



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Geluidmonitor 2014**

Validatie geluidproductie rijkswegen en  
spoorwegen

RIVM Briefrapport 2015-0146  
J. Jabben et al.





Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Geluidmonitor 2014**

Validatie geluidproductie rijkswegen en spoorwegen

RIVM Briefrapport 2015-0146  
J. Jabben et al.

## Colofon

© RIVM 2015

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Jan Jabben (auteur) RIVM  
Charlos Potma (auteur) RIVM  
Henri den Hollander (auteur) RIVM  
Harm van Wijnen (auteur) RIVM

Contact:  
Jan Jabben  
MIL-ILG  
[jan.jabben@rivm.nl](mailto:jan.jabben@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Directie KLG, in het kader van Expertise Centrum Geluid

Dit is een uitgave van:  
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**  
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
Nederland  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

Het RIVM heeft in 2013 geluidmetingen verricht op 23 locaties langs rijkswegen en op 26 locaties langs spoorwegen. Langs rijkswegen bleek het gemiddelde geluidniveau substantieel (2,4 decibel) hoger te liggen dan de berekende waarde. Langs het spoor was er gemiddeld geen significant verschil (0,5 dB). Afhankelijk van de meetlocatie kunnen de verschillen groter of kleiner zijn.

De verschillen langs rijkswegen worden veroorzaakt door het feit dat de wettelijk voorgeschreven rekenmethode uitgaat van stille banden op een droog wegdek bij een standaardtemperatuur van 20 graden Celsius. De omstandigheden zijn vaak ongunstiger. Daarnaast draagt de variatie in akoestische kwaliteit van het wegdek bij aan de verschillen.

Het meetprogramma vloeit voort uit een motie van de Tweede Kamer naar aanleiding van geluidwetgeving uit 2012. De wet stelt grenswaarden aan het geluid langs rijkswegen en spoorwegen. De weg- en spoorbeheerder (Rijkswaterstaat en ProRail) dienen met een jaarlijkse berekening aan te tonen hieraan te voldoen. Onderdeel van de wet is ook een validatie van de rekenuitkomsten met metingen. Het RIVM verricht hiertoe jaarlijks geluidmetingen en vergelijkt die met de berekende geluidproductie die de weg- en spoorbeheerder rapporteren.

Dit rapport gaat in op de verschillen tussen reken en meetresultaten in 2013. Het rapport geeft ook de meetresultaten uit 2014 langs rijkswegen en spoorwegen op 92 meetlocaties. Deze zullen worden vergeleken met de rekenresultaten die door de weg- en spoorbeheerder gepubliceerd worden in september 2015. Hierover zal het RIVM in 2016 rapporteren. Als blijkt dat de verschillen tussen de meet- en rekenwaarden structureel zijn, is nader onderzoek nodig naar de gezondheidkundige relevantie voor de Nederlandse bevolking en naar de vraag of aanpassingen van de rekenmethode nodig zijn.

Kernwoorden: geluid, metingen, validatie, geluidproductie, SWUNG



## Synopsis

In 2013 RIVM has conducted noise measurements at 23 locations along motorways and at 26 locations along railways. Along motorways, the average measured noise level was substantially (2,4 dB) higher than the calculated value. Along the track, on average no significant difference was found (0,5 dB). Depending on the measurement location, larger or smaller differences can be found.

The differences along motorways are partly due to the calculation method, which is based on low-noise tires on dry surfaces at a standard temperature of 20 degrees Celsius. The average conditions are less favorable. Also the variation in acoustic quality of the road surface contributes to the differences. For rail, no clear causes of differences are yet to be declared.

The measurement program stems from a motion of the House in response to noise legislation (Swung) proposed and accepted in 2012. This Act sets limits on noise along motorways and railways. The administrators, Rijkswaterstaat and ProRail, annually demonstrate by a statutory calculation to fulfill this requirement. The legislation also requires validation of the calculation results by measurements. To this aim RIVM annually conducts measurements and compares the results with the calculated noise production as reported by the road- and railway administrator.

This report discusses the differences between calculation and measurement results in 2013. It also contains the measurement results from 2014, along motorways and railroads on a sample of 92 measuring sites. These results will be compared with the calculation results, after they are published in September 2015 by the road- and railway administrator. If it appears that the differences between measurement and calculation are structural, further research is needed into the health implications for the Dutch population and whether adjustments to the calculation methods are needed.

Keywords: noise, measurements, validation, noise production, SWUNG





## Inhoud

### **Samenvatting — 9**

#### **1 Inleiding — 11**

#### **2 Kader — 13**

#### **3 Meetprogramma en meetresultaten 2014 — 17**

3.1 Meetopzet bij de GPP-validatie — 17

3.2 Meetonzekerheid — 17

3.3 Meetlocaties in 2014 — 18

3.4 Meetresultaten 2014 — 21

#### **4 Verschillen rekenen-meten Rijkswegen 2013 — 23**

4.1 Berekende en gemeten geluidproductie 2013 — 23

4.2 Verschilanalyse — 24

4.3 Samenvattend — 29

#### **5 Verschillen Rekenen-Meten Spoorwegen 2013 — 31**

5.1 Berekende en gemeten geluidproductie 2013 — 31

5.2 Verschilanalyse — 32

5.3 Samenvattend — 34

#### **6 Conclusies — 37**

### **Referenties — 39**

#### **Bijlage 1 Apparatuur en meetonzekerheid — 41**

Meetapparatuur — 41

Onzekerheden door eindige meetperiode (statistische onzekerheid) — 41

Onzekerheden door stoorgeluid — 42

Onzekerheden vanwege de overdrachtscorrectie — 43

Resulterende onzekerheid — 43

#### **Bijlage 2 Wegdekmetingen — 44**

#### **Bijlage 3 Gemeten emissies per treincategorie Hulten, Geffen, Esch 2013 — 47**

#### **Bijlage 4 Maandoverzichten Rijkswegen 2013-2014 — 49**

#### **Bijlage 5 Maandoverzichten Spoorwegen 2013-2014 — 52**



## Samenvatting

### *Kader*

In 2012 is de geluidwetgeving SWUNG-1 ingevoerd voor het rijkswegen en(hoofd)spoorwegennet in Nederland en gelden er geluidproductie-plafonds (GPP's) op referentiepunten parallel gelegen aan de rijksweg en het spoor. De geluidproductie ( $L_{den}$  in dBA) op deze punten, wordt jaarlijks door de weg- en spoorbeheerder berekend over het voorgaande jaar en dient onder een wettelijk plafond te blijven. De wet bepaalt voorts dat een meetprogramma wordt uitgevoerd ter validatie van de berekende geluidproductie. Dit programma wordt sinds 2012 in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu uitgevoerd door het RIVM. Bij de validatie wordt de geluidproductie op een steekproef van locaties langs wegen en spoorwegen gemeten en vergeleken met de door de weg- en spoorbeheerder berekende waarde.

### *Onderzoek*

Het meetprogramma is gericht op validatie in technisch-wetenschappelijke zin en niet in juridische zin. De laatstgenoemde taak is voorbehouden aan de Inspectie van de Leefomgeving en Transport. Structurele verschillen tussen reken- en meetuitkomsten uit dit meetprogramma kunnen leiden tot adviezen ter actualisatie en verbetering van het wettelijke Reken- en Meetvoorschrift [RMV2012], maar hebben geen onmiddellijke juridische consequenties.

Het meetprogramma is gericht op de GPP-validatie, waarbij op een steekproef van GPP-punten een gemeten geluidproductie (GPM) wordt vastgesteld. De gemeten geluidproductie uit 2013 is in dit onderzoek op 23 locaties langs rijkswegen en 26 locaties langs spoorwegen vergeleken met de waarde uit de nalevingsrapportage van de weg- en spoorbeheerder (de gerealiseerde geluidproductie, GPR). Daarnaast bevat dit rapport de gemeten geluidproductie uit 2014, op 47 locaties langs rijkswegen en 45 locaties langs spoorwegen.

Het onderhavige rapport beperkt zich tot de signalering van afwijkingen tussen de gemeten en berekende geluidproductie en doet geen aanbevelingen of voorstellen doet ten aanzien van eventuele wijzigingen in rekenmethoden. Dit laatste onderdeel vindt plaats in het algemene beheer van de rekenmodellen voor geluid van wegverkeer, railverkeer en industrie, zoals die in brede praktijk worden toegepast in akoestische onderzoeken. Als blijkt dat de verschillen tussen de meet- en rekenwaarden structureel zijn, is nader onderzoek nodig naar de gezondheidskundige relevantie voor de Nederlandse bevolking en naar de vraag of aanpassingen van de rekenmethode nodig zijn.

### *Resultaten Rijkswegen*

Het gemiddelde verschil tussen de gemeten (GPM) en de berekende geluidproductie (GPR) uit 2013 voor rijkswegen bedraagt 2.4 dB (hoger gemeten) met een onzekerheid van  $\pm 1,1$  dB. Het verschil wordt niet aantoonbaar veroorzaakt door verkeerde toepassing of interpretatie van de rekenvoorschriften [RMV2012], maar is inherent aan dit rekenvoorschrift. Het betreft een aftrek (artikel 5.11, vooruitlopend op

toekomstig stiller wegverkeer), de invloed van neerslag en temperatuur op de geluidemissie en de geluidreductie die de RMV aan poreuze wegdekken toekent. De aftrek en de invloed van neerslag en temperatuur geven op veel locaties een bijdrage in de orde van 1 tot 2 dB in de verschillen tussen meten en rekenen. Daarnaast spelen lokale verschillen tussen de aanwezige geluidreductie van ZOAB (Zeer Open Asphalt Beton) en de gemiddelde geluidreductie die door de RMV wordt voorgeschreven een rol.

Wegdekmetingen, verricht door het RIVM in 2015, duiden erop dat de gemiddelde geluidreducties die het rekenvoorschrift RMV aan poreuze wegdekken (ZOAB, DZOAB, FDZOAB) toekent overeenstemt met de gemiddelde meetresultaten op deze wegdekken. De geluidreductie van ZOAB, dat op ruim 90% van het wegennet wordt toegepast, laat echter spreiding zien. Behalve op locaties waar de geluidreductie hoger is dan volgens de RMV zijn er ook locaties waar de geluidreductie lager is. Op deze locaties zijn overwegend de grootste verschillen tussen rekenen en meten op de referentiepunten gevonden.

#### *Resultaten Spoorwegen*

De verschillen tussen de berekende (GPR) en gemeten geluidproductie (GPM) bij spoorwegen over 2013 blijven gemiddeld beperkt tot 0,5 dB (hoger gemeten) met een onzekerheid van  $\pm 1,2$  dB. Alleen op de meetlocaties langs het spoor bij de Lutte, Zenderen, Lochem en Nijkerk zijn voor 2013 verschillen gevonden die buiten de onzekerheid van de metingen liggen.

Op drie meetlocaties, Hulten, Geffen en Esch, zijn de geluidemissies van het materieel gemeten en vergeleken met de waarden volgens het rekenvoorschrift RMV2012. Aandachtspunten zijn de geluidemissies van het Materieel 64 (MAT64) uit categorie 1, de geluidemissies van SGM2/3 uit categorie 3 en de geluidemissies van ICMIII en ICMIV uit categorie 8. Voor deze treintypen is op de genoemde locaties in 2013 een hogere emissie gemeten dan volgens RMV2012. In het vervolg van het validatieprogramma zal worden beoordeeld of deze verschillen ook op andere locaties voorkomen en in generieke zin bijdragen aan de verschillen tussen rekenen en meten.

# 1 Inleiding

Voor rijkswegen en spoorwegen is in Nederland in 2012 geluidwetgeving ingevoerd waarin een maximum wordt gesteld aan de toelaatbare geluidproductie op referentiepunten langs rijkswegen en hoofdspoorwegen (Wet Milieubeheer, Hfst11: SWUNG-1, [Stb2012]). Het doel van de wet is om een verdere toename door mobiliteitsgroei van de huidige geluidproductie te voorkomen en de ontwikkeling en toepassing van bronmaatregelen te stimuleren. De wet verplicht de weg- en de spoorbeheerder, in een nalevingsrapportage aan de Minister van Infrastructuur en Milieu, jaarlijks aan te tonen dat de geluidproductie op de referentiepunten in het voorafgaande jaar binnen de norm (het geluidproductieplafond) is gebleven. Waar de plafonds (dreigen te) worden overschreden dient de beheerder maatregelen te treffen om de overschrijding te voorkomen of op te heffen. De referentiepunten, plafondwaarden (GPP) en gerealiseerde geluidproductie (GPR) over 2013 langs rijkswegen en spoorwegen zijn te vinden in de nalevingsrapportages van Rijkswaterstaat [RWS 2014] en Prorail[Prorail 2014].

Een wettelijk onderdeel van de SWUNG-1 regelgeving is de jaarlijkse validatie van de berekende geluidproductie op de referentiepunten en de rekenmethoden die daartoe zijn gebruikt:

- Artikel 11.22 stelt dat het nalevingsverslag van de beheerder, 'een verantwoording van de validatie van de berekende waarden voor de referentiepunten moet bevatten, waarbij de validatie in ieder geval plaatsvindt middels steekproefsgewijze metingen door een onafhankelijke partij'.
- Artikel 11.33 stelt dat de rekenmethoden van de Minister meet-technisch gevalideerd moeten worden. 'Bij het berekenen van de geluidproductie, bedoeld in het vorige lid, wordt uitgegaan van de gemiddelde waarden over de technische levensduur van de weg of spoorweg, welke zijn gevalideerd door metingen uitgevoerd door een onafhankelijke partij'.

De validatie is door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu belegd bij het RIVM, dat daartoe jaarlijks een rapportage uitbrengt. De eerste rapportage [RIVM 2014] gaf een algemene beschrijving van de validatiemethodiek en van een aantal initiële meetresultaten verkregen in 2013. De voorliggende rapportage is de tweede validatierapportage sinds de invoering van de Wet. Het rapport bevat de meetresultaten verkregen in 2014 op 50 meetlocaties langs de weg en op 46 meetlocaties langs het spoor. Metingen uit 2013 van de geluidproductie op deze locaties worden vergeleken met de door Rijkswaterstaat en Prorail gerapporteerde geluidproductie uit de nalevingsrapportages over 2013. In dit onderzoek wordt tevens ingegaan op de mogelijke oorzaken van de verschillen.

De opbouw van dit rapport is als volgt: Hoofdstuk 2 gaat beknopt in op de algemene methodiek van de validatie, zoals die in de eerste validatierapportage [RIVM 2014] uitvoerig is beschreven. Hoofdstuk 3

beschrijft het meetprogramma en presenteert beknopt de meetresultaten verkregen in 2014, zonder dat deze nog kunnen worden vergeleken met de geluidproductie uit komende nalevingsrapportages. In hoofdstuk 4 en 5 worden de meetresultaten voor rijkswegen en spoorwegen uit 2013 vergeleken met de resultaten uit de nalevingsrapportage van dat jaar. Daarin wordt ook een analyse gemaakt van de mogelijke oorzaken van de verschillen tussen de gemeten en berekende waarden. Hoofdstuk 6 besluit met de belangrijkste conclusies van het onderzoek.

## 2 Kader

### 2.1 Algemeen

De Wet Milieubeheer van juli 2012[Stb 2012] stelt grenswaarden aan de geluidproductie langs rijkswegen en spoorwegen op referentiepunten. Dit zijn rekenpunten die op 50 meter afstand van de infrastructuur en op 100 m onderlinge afstand liggen. De geluidproductie, uitgedrukt in Lden (dBA), dient aan weerszijden van de weg of het spoor onder een wettelijk vastgelegde grenswaarde, het Geluid-Productie-Plafond (GPP) te blijven. Als plafond voor rijkswegen geldt de geluidproductie in 2008 verhoogd met 1,5 dB werkruimte óf de geluidproductie uit akoestische gegevens van tracébesluiten. Voor spoorwegen geldt een gemiddelde belasting over 2006-2008 verhoogd met 1,5 dB óf de geluidproductie uit tracébesluiten.

De wet SWUNG-1 verplicht de weg- en spoorbeheerder, Rijkswaterstaat en ProRail, om langs rijkswegen en spoorwegen de ontwikkeling van de geluidproductie te monitoren. De monitoring door de beheerder geschiedt reken-technisch, waarbij deze na elk kalenderjaar de gerealiseerde verkeers- en infragegevens vaststelt. Voor oktober volgend op een kalenderjaar moeten de beheerders in een nalevingsverslag de door hen berekende belasting (in het vervolg GPR: Geluid-Productie-Realisatie) rapporteren aan de Minister van Infrastructuur en Milieu.

### 2.2 Validatieplicht bij SWUNG-1

In de Wet Milieubeheer is op verzoek van de Tweede Kamer een verplichte verantwoording van validatie opgenomen. Deze heeft als doel ervoor te zorgen dat verschillen tussen rekenen en meten in beeld worden gebracht en dat de resultaten ertoe bijdragen dat deze verschillen, ook over langere termijn, zoveel mogelijk beperkt blijven. De voorschriften hiervoor zijn opgenomen in artikel 11.22 en 11.33 van de Wet Milieubeheer:

- Artikel 11.22 stelt dat het nalevingsverslag van de beheerder, 'een verantwoording van de validatie van de berekende waarden voor de referentiepunten moet bevatten, waarbij de validatie in ieder geval plaatsvindt middels steekproefsgewijze metingen door een onafhankelijke partij'.
- Artikel 11.33 stelt dat de rekenmethoden van de Minister meet-technisch gevalideerd moeten worden. 'Bij het berekenen van de geluidproductie, bedoeld in het vorige lid, wordt uitgegaan van de gemiddelde waarden over de technische levensduur van de weg of spoorweg, welke zijn gevalideerd door metingen uitgevoerd door een onafhankelijke partij'.

Deze voorschriften hebben tot doel dat metingen de integriteit van het beheersysteem waarborgen. Voorkomen moet worden dat, als gevolg van fouten in rekenmethoden en/of invoergegevens ervan, een groei in geluidproductie niet of onvoldoende tot uiting komt in de berekende waarde op de referentiepunten.

### 2.2.1 *Validatie voor de GPP-referentiepunten (art. 11.22)*

Validatie dient plaats te vinden door middel van steekproefsgewijze metingen. Het doel hiervan is om verschillen tussen gemeten en berekende geluidproductie op de referentiepunten jaarlijks vast te stellen. Daarnaast dient de validatie inzicht te geven in oorzaken van verschillen tussen de door de beheerder vastgestelde waarden en de uitkomsten van de metingen. Dit inzicht kan er toe leiden dat het RIVM, als beheerder van de rekenmethoden voor weg- en spoorgeluid (zie volgende paraaf), een advies aan de Minister afgeeft tot verbetering van de rekensystematiek, waardoor rekenuitkomsten beter aansluiten bij de metingen.

### 2.2.2 *Advisering en beheer van de rekenmethoden (art.11.33)*

Het onderhavige validatierapport dient ter onderbouwing van de advisering, maar is signalerend van opzet. Dit houdt in dat het onderzoek zich beperkt tot de signalering van afwijkingen tussen rekenen en meten, maar geen aanbevelingen of voorstellen doet ten aanzien van eventuele wijzigingen in rekenmethoden. Dit laatste onderdeel vindt plaats in het algemene beheer van de rekenmodellen voor geluid van wegverkeer, railverkeer en industrie, zoals die in brede praktijk worden toegepast in akoestische onderzoeken. Niet alleen valt hier onder de rekensystematiek die voor de GPP-regelgeving van kracht is, maar ook de toepassing bij andere regelingen (vergunningen, bouwplannen, tracébesluiten, zonering, sanering, END richtlijn et cetera).

Advisering en beheer van de rekenmethoden vindt plaats binnen een onderzoeksprogramma dat gestuurd wordt door het RIVM in samenwerking met een werkgroep, waarin diverse stakeholders vertegenwoordigd zijn. Het RIVM signaleert knelpunten en brengt advies uit aan het Ministerie van Infrastructuur en Milieu over gewenste actualisaties en verbeteringen. Resultaten vanuit het validatieprogramma op de referentiepunten uit SWUNG-1 worden mede meegenomen in de aanbevelingen. Maar ook de uitkomsten van andere akoestische onderzoeksprogramma's worden in het algemene beheer van de rekenmethoden geagendeerd. Doel is de rekenmethoden zo actueel mogelijk te houden, zodanig dat verschillen met praktijkmetingen in brede zin zo veel mogelijk beperkt blijven.

De Minister beslist vervolgens aan de hand van het advies over te ondernemen acties, die vervolgens onder regie van het RIVM worden uitgevoerd. Deze acties kunnen uiteindelijk leiden tot concrete voorstellen om de wettelijke rekenmethoden op onderdelen aan te passen en, bij goedkeuring van de Minister, tot implementatie daarvan.

## 2.3 **Reikwijdte GPP-meetprogramma, art 11.22**

Het onderhavige rapport 'Geluidmonitor 2014' is de tweede rapportage als vervolg op de 'Geluidmonitor 2013' [RIVM 2014] en beschrijft de resultaten verkregen in het meetprogramma als bedoeld onder artikel 11.22.

De validatie die in dit kader door het RIVM wordt uitgevoerd, heeft een technisch-wetenschappelijk karakter en is niet bedoeld als een reken-



overstijgend toetsingsinstrument in juridische zin. De belangrijkste redenen zijn dat de onzekerheidsmarge van de metingen al gauw in de orde van de 1,5 dB werkruimte ligt en dat een meetnet voor alle referentiepunten niet reëel is.

Hierdoor bieden metingen geen goed instrument voor de wettelijke toetsing in SWUNG-1, welke op tienden van dB's rekenkundig plaatsvindt. De systematiek in SWUNG-1 is dan ook geënt op een rekenkundige bepaling van de aan het plafond te toetsen geluidproductie en beperkt zich voor wat betreft het meten tot steekproefsgewijze validatie. De meetresultaten kunnen tot adviezen leiden om rekenmethoden bij te stellen, maar de wettelijke toetsing aan de plafondwaarden vindt plaats op basis van de geluidproductie zoals die met de op dat moment van kracht zijnde rekenmethode door de weg- of spoorbeheerder is vastgesteld.

Het meetprogramma richt zich op de *signalering* van relatief grote afwijkingen tussen rekenen en meten op de referentiepunten. Alle meetlocaties zijn daarom zo gekozen dat op het meest nabij gelegen referentiepunt een gemeten geluidproductie kan worden vastgesteld die rechtstreeks kan worden vergeleken met de door de weg- of spoorbeheerder opgegeven berekende waarde, zoals bij de wet werd beoogd. Verschillen hebben, zoals hiervoor toegelicht, geen onmiddellijke juridische betekenis, maar vestigen wel de aandacht op locaties waar zij ruim buiten de onzekerheidsmarges liggen. Op die locaties kan nader onderzoek plaatsvinden naar de gegevens die bij de berekening zijn gebruikt en naar de oorzaken van de verschillen. De resultaten van dat onderzoek kunnen onvolkomenheden in de wettelijke rekenmethoden of in de invoer daarvan aan het licht brengen. Doordat het meetprogramma voorziet in een relatief ruime steekproef zal na enige jaren een goed inzicht ontstaan of, los van individuele verschillen, de rekenresultaten gemiddeld in overeenstemming zijn met de werkelijke niveaus.

Het GPP-validatieprogramma bevat twee onderdelen:

- A. Steekproefsgewijze monitoring van de geluidproductie op een aantal referentiepunten in een bepaald gebruiksjaar
- B. Analyse van verschillen tussen GPR-waarden (gerealiseerde geluidproductie over het gebruiksjaar) en de gemeten waarden in dat jaar.

Het eerste nalevingsverslag waarin de weg- en spoorbeheerder opgave hebben gedaan van de gerealiseerde geluidproductie (GPR) in relatie tot de geluidplafonds (GPP) is 2013, het eerste jaar waarin de SWUNG-1 regelgeving geheel van kracht was. De onderhavige rapportage geeft de resultaten van onderdeel A over 2014 en onderdeel B over 2013. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de meetopzet en de meetresultaten uit 2014. In hoofdstuk 4 volgt onderdeel B, waarin de GPR-waarden met metingen worden vergeleken en wordt ingegaan op de verschillen.



## 3 Meetprogramma en meetresultaten 2014

### 3.1 Meetopzet bij de GPP-validatie

Analoog aan de aanpak bij luchtkwaliteit wordt de validatie verricht aan de hand van een meetnet, dat bestaat uit een aantal geluidmeetposten langs rijkswegen en spoorwegen, waar de geluidproductie gedurende een voldoende ruime periode wordt bemonsterd. De omgeving van elke meetlocatie dient in overeenstemming te zijn met de rekensystematiek uit SWUNG-1 [RMV2012], omdat anders geen rechtstreekse vergelijking mogelijk is. Daarnaast dient het aantal meetlocaties voldoende groot te zijn om een representatief beeld van verschillen tussen rekenen en meten te verkrijgen.

De strategie bij de keuze van de meetlocaties is:

- Binnen beschikbare middelen, realisatie van een geluidmeetnet van voldoende omvang en representativiteit, zowel langs de weg als het spoor
- Realisatie van voldoende diversiteit in typen snelwegen en wegdekken, bovenbouwconstructies en spoormaterieel
- Voldoende ruimtelijke spreiding over Nederland, waarbij aandacht voor drukke rijkswegen en spoorwegen met relatief veel vracht/goederen verkeer naar Duitsland
- Alle locaties ingericht als 'GPP-meetlocatie' en zoveel mogelijk in lijn met de GPP-rekenmethode. Dat wil zeggen poldersituaties zonder invloed van gebouwen en invloed van verharde oppervlakken in de overdracht en geen invloed van wegen die niet onder GPP-regelgeving vallen of bijdragen van andere typen omgevingsgeluid.
- Daarnaast geldt voor alle locaties dat vanuit het meetpunt op 4 m ten opzichte van het maaiveld, een vrij akoestisch zicht op de (spoor)weg aanwezig moet zijn.

### 3.2 Meetonzekerheid

De onzekerheid in de gemeten geluidproductie voor een referentiepunt is afhankelijk van:

- a) het type meetapparatuur: klasse-1 of 2 (apparatuuronzekerheid)
- b) het verschil in meetlocatie ten opzichte van het referentiepunt (plaats onzekerheid)
- c) de duur van de meetperiode gedurende het jaar (statistische onzekerheid)

Ad a) Het geluidmeetnet in 2014 bestond uit 95 meetlocaties, waarvan 12 met klasse-1 meetapparatuur en 83 met klasse-2 apparatuur (geluidloggers  $\pm 2$  dB), zie Bijlage 1. De loggers hebben weliswaar een lagere meetnauwkeurigheid, maar bieden de mogelijkheid om tegen acceptabele kosten aanzienlijk meer meetlocaties in te richten.

Ad b) Het is in de praktijk meestal niet mogelijk om een meetpunt exact op een GPP-referentiepunt in te richten. In veel gevallen is het vanuit praktische omstandigheden nodig om een positie te kiezen die hier

enigszins van afwijkt. Om de gemeten geluidniveaus bij afwijkende meetpositie te kunnen relateren aan een berekende geluidproductie op een GPP-referentiepunt is een conversie nodig van de meting op het meetpunt naar een gemeten geluidproductie op het referentiepunt. Dit wordt gedaan door te corrigeren voor het verschil in afstand tot de bron met behulp van de overdracht die in de standaardmethode wordt gebruikt. Dit brengt een kleine extra onzekerheid met zich mee die wordt meegenomen in de betrouwbaarheidsmarge rondom de gemeten geluidproductie op het referentiepunt (zie Bijlage 1).

Ad c) Om een betrouwbare meting te doen van de jaargemiddelde geluidproductie langs rijkswegen en spoorwegen is het niet nodig een jaar lang continu te meten. Na een aantal maanden blijkt de statistische onzekerheid in de gemeten geluidproductie klein ten opzichte van de apparatuur- en plaatsonzekerheid. Het biedt dan voordeel een tweede meetreeks op een andere locatie op te bouwen, zodat met eenzelfde meetinspanning een groter aantal referentiepunten kan worden gevalideerd. In 2014 is op de meeste locaties een half jaar continu gemeten.

Een verdere toelichting van onzekerheden wordt gegeven in Bijlage 1. De onzekerheid op de locaties uit 2014 varieert afhankelijk van locatie, type microfoon en gerealiseerde meetduur van  $\pm 1$  dB tot  $\pm 3$  dB.

Meetlocaties in 2014 Figuur 1 geeft een overzicht van het GPP-meetnet langs rijkswegen op 31-12-2014. Het aantal meetpunten dient voldoende representatief te zijn voor de geluidproductie voor het rijkswegennet als geheel. Hiertoe is in de loop van 2013-2014 langs de meeste trajecten een meetlocatie ingericht. De locaties zijn voorts in overeenstemming met de uitgangssituatie in de SWUNG-1 rekenmethode: poldersituatie met grasbodem en geen invloed (stoorgeluid) van andere geluidbronnen. In 2014 zijn langs rijkswegen op 50 locaties metingen verricht, waarbij ten behoeve van de validatie op 50 GPP-referentiepunten een gemeten geluidproductie over dat jaar is bepaald.

Figuur 2 geeft het overzicht van het GPP-meetnet langs spoorwegen per 31-12-2014. Op in totaal 46 GPP-meetlocaties is een gemeten geluidproductie over 2014 verkregen. Aan lijnen met veel goederentreinen (Betuweroute, Twentelijn, Brabantroute) is hoge prioriteit gegeven, aangezien geluid van dit type materieel binnen veel gemeenten aandacht vraagt. Bij de motivatie van de keuze van de spoorlocaties gelden verder dezelfde overwegingen als bij rijkswegen.

Op de meeste locaties is niet het hele jaar door gemeten, maar is de meetperiode beperkt tot de periode januari-juni of juli-december. Beide perioden zijn voldoende representatief voor wat betreft de jaargemiddelde verkeerssituatie en meteorologische omstandigheden en daarmee de jaargemiddelde geluidproductie  $L_{den}$ . De statistische onzekerheid wordt daarmee wat groter dan bij jaarcontinu meten. Dit wordt meegenomen in de onzekerheid van het meetresultaat (zie Bijlage 1).



*Figuur 1 GPP-meetnet 2014 langs rijkswegen*



*Figuur 2 GPP-meetnet 2014 langs spoorwegen*

### 3.3 Meetresultaten 2014

In Bijlage 4, Tabel 10 en Tabel 12, zijn de gemeten geluidniveaus op de meetlocaties langs rijkswegen en spoorwegen uit 2014 opgenomen. De tabellen geven de gemiddelde geluidproductie per maand en voor het gehele jaar en bevatten ter vergelijking ook de geluidproductie uit 2013. De onderhavige rapportage verschijnt voorafgaande aan de nalevingsrapportage over 2014 van de weg- en spoorbeheerder en er is daarom nog geen vergelijking tussen de gemeten en de berekende geluidproductie gemaakt. De vergelijking en beoordeling van verschillen uit 2014, met nieuwe metingen 2015 is voorzien in de validatierapportage die volgend jaar uitkomt.

Vergelijking van de gemeten geluidproductie in 2013 en 2014 laat zien dat voor rijkswegen op de meeste locaties de geluidproductie minder dan 1 dB is veranderd. Op drie locaties is meer dan 1 dB verandering gemeten. Het betreft afnamen van 2 dB op de meetlocaties bij A35\_Almelo, A6\_Lelystad en A73\_Cuijk.

Voor het spoor zien we een afname van 2 à 3 dB op de locaties Heukelom, Hulten en Haelen (Brabanthroute) en toenames van 2 dB bij Mookhoek en Dordrecht.

In de volgende hoofdstukken wordt ingegaan op de verschillen voor weg en spoor over 2013.





## 4 Verschillen rekenen-meten Rijkswegen 2013

Uit de meetresultaten langs rijkswegen blijkt dat op een aantal locaties verschillen optreden tussen de gemeten geluidproductie en de door de wegbeheerder vastgestelde waarde uit de nalevingsrapportages over 2013, zowel in onderschrijdende als overschrijdende zin. Het doel van dit hoofdstuk is op hoofdlijnen een beeld te verkrijgen van de belangrijkste oorzaken van deze verschillen, waar deze buiten de onzekerheidsmarge van de metingen liggen. Daarbij is niet elke locatie uitputtend geanalyseerd, maar is gekeken naar generieke oorzaken met daarnaast een gedetailleerdere beschouwing van locaties waar de grootste verschillen zijn gevonden.

### 4.1 Berekende en gemeten geluidproductie 2013

Tabel 1 vat de verschillen tussen de berekende en gemeten geluidproductie uit 2013 samen. In het licht van de onzekerheidsmarges is ervoor gekozen om de verschillen afgerond te presenteren.

*Tabel 1 Steekproef verschillen meten en rekenen Rijkswegen 2013\**

Locatie	Wegdek	nr ref. pt.	gpm13	gpr13	gpm13-gpr13
A35_ Enschede	Z	39995	71,6	65,6	6
A35_ Almelo	Z	40615	71,8	66,3	6
A12_ Zevenaar	Z	50347	74,4	69,3	5
A2_ Beesd	FDZ	32811	69,8	64,8	5
A28_ Nunspt.	Z	19245	72,1	67,2	5
A16_ Breda2	Z	11230	72,5	67,7	5
A32_ Darp	Z	47274	68	64,5	4
A29_ Heijningen	Z	5565	64	60,9	3
A6_ Lelystad	Z	18328	68,4	65,4	3
A59_ Wagenb.	Z	22489	69,4	66,7	3
A58_ Bavel	Z	10392	70,1	67,5	3
A1_ Bathmen	Z	48995	67	64,8	2
A20_ Maassluis	Z	4051	70,6	68,6	2
A73_ Cuijk	Z	2211	68,5	66,7	2
A16_ Breda1	Z	11226	72,2	70,5	2
A2_ Breukeln2	DZ	34204	68,5	67,1	1
A50_ Emst	Z	47653	68,2	66,9	1
A37_ Klaznavn	Z	41609	63,7	62,4	1
A2_ Breukeln1	Z	34203	68,5	67,2	1
A12_ Zoeterm.	Z	14399	71,1	71,1	0
A15_ Sliedr	Z	20601	67,9	68,3	0
A17_ OudGastl	Z	11000	65,6	66,4	-1
A27_ Vianen	Z	20950	66,3	69	-3

\*Z=ZOAB, Zeer Open Asfalt Beton; DZ=dubbel ZOAB, FDZ=fijn dubbel ZOAB;

gpr13/gpm13: berekende/gemeten geluidproductie op referentiepunt over 2013

In Bijlage 4, Tabel 9 wordt voor elke meetlocatie het maandverloop, de jaarmeting, de overdracht naar het dichtst bijgelegen referentiepunt, de resulterende gemeten geluidproductie met onzekerheid, de GPR13 en

het verschil GPM13-GPR13 aangegeven. Tabel 10 geeft deze resultaten voor 2014, echter zonder de vergelijking van gemeten en berekende geluidproductie. De geluidproductie over 2014 wordt door de wegbeheerder in de tweede helft 2015 gepubliceerd. Een vergelijking en verschilanalyse (GPM14-GPR14) wordt in de volgende validatierapportage opgenomen.

De gemeten geluidproductie uit 2013 ligt in de meeste gevallen hoger dan de berekende waarde. Het steekproefgemiddelde van de verschillen (GPM13 - GPR13) komt op 2,4 dB met een onzekerheid van  $\pm 1,1$  dB. De grootste verschillen liggen in de orde van 5 tot 6 dB. Op de meeste locaties is 1 tot 3 dB hoger gemeten.

## 4.2 Verschilanalyse

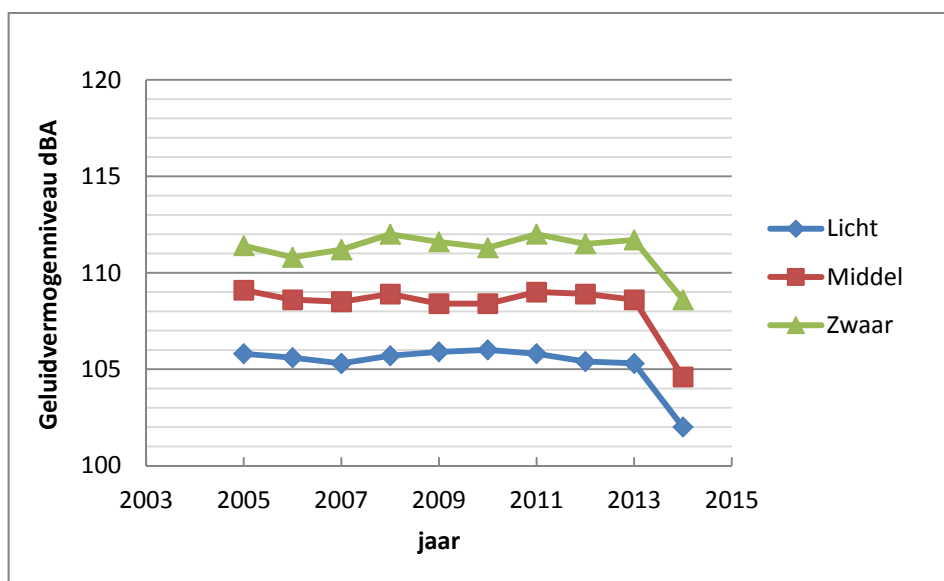
Uitgangspunt in dit onderzoek is dat de door Rijkswaterstaat gehanteerde verkeerssystemen waaruit de gegevens (intensiteiten, rijsnelheden) voor de berekening van de geluidproductie worden afgeleid, correcte gegevens leveren. Validatie van deze systemen maakt geen onderdeel uit van dit meetprogramma. De volgende factoren kunnen dan leiden tot verschillen tussen meet- en rekenresultaten:

- Aftrek voor toekomstig stiller verkeer, artikel 5.11
- Invloed van neerslag en temperatuur
- Wegdekgesteldheid (textuur, geluidabsorptie)

Navolgend wordt beschreven hoe deze factoren doorwerken op verschillen tussen meet- en rekenresultaten. De analyse is indicatief en alleen bedoeld om een eerste orde-grootte van de bijdragen aan de geconstateerde verschillen te verkrijgen en na te gaan hoe deze zich onderling tot elkaar verhouden.

### 4.2.1 *Aftrek voor toekomstig stiller verkeer art 5.11*

Een eerste oorzaak voor de geconstateerde verschillen ligt in het feit dat artikel 5.11 van de wet bepaalt dat op de berekende geluidproductie een aftrek moet worden toegepast. Deze aftrek is gebaseerd op de verwachting dat het verkeer tegen het jaar 2020 enkele dB stiller zal zijn geworden door de aanscherping van Europese typekeuringseisen voor bandengeluid. De aftrek is van toepassing op wegen vanaf 70 km/u en is voor ZOAB of DZOAB wegdekken 1 dB en voor wegen met een relatief fijne oppervlaktetextuur 2 dB. Het huidige RMV rekent DAB en fijn dubbel ZOAB (FDZOAB) tot de laatste categorie. Op de meeste meetlocaties ligt ZOAB, met uitzondering van enkele DZOAB locaties en het FDZOAB op de locaties langs de A2 bij Beesd (zie Tabel 1). In de meetreeksen die het RIVM al vanaf 2000 heeft opgebouwd zijn nog geen effecten van het grootschalig gebruik van stille banden zichtbaar. Het duidelijkst komt dit tot uiting in de meetreeksen die vanaf 2005 tot en met september 2013 is opgebouwd op de meetlocatie aan de N256 bij Collijnsplaat [RIVM 2012]. Op die locatie worden de geluidniveaus per voertuig bij passages van 0200-04.00 via een tellus gekoppeld aan de voertuigcategorie (licht-, middel en zwaar verkeer) en worden de voertuigemissies per voertuig, zonder de invloed van het verkeersvolume, afzonderlijk gemeten. Figuur 3 toont de gemeten voertuigemissies vanaf 2005 tot en met 2014.



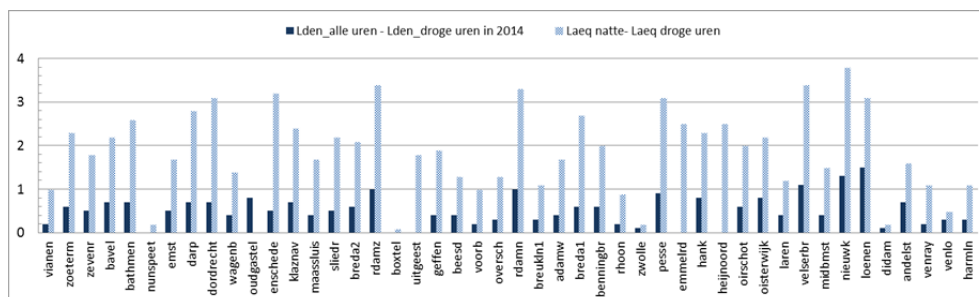
Figuur 3 Jaargemiddelde geluidemissies, gemeten per voertuigtype op de N256 bij Collijnsplaat over de periode 2005-2014

Over de periode 2005 t/m september 2013 liggen de gemeten geluidemissies steeds binnen  $\pm 0,5$  dBA van de gemiddelde waarden. In oktober 2013 is het wegdek ter plaatse (DAB 0/16) vervangen door een nieuw wegdek: SMA- NL11. Dit verklaart de trendbreuk in 2014, waarbij de emissies met circa 3 dB zijn afgenomen. Dit is het gevolg van een verandering van het wegdek en niet van stillere motoren of banden. Over de gehele periode is geen significant effect van stillere voertuigen gemeten.

#### 4.2.2 Invloed neerslag

Een tweede oorzaak van verschillen heeft te maken met de invloed van neerslag op het geluidreducerend vermogen van poreuze wegdekken zoals ZOAB, DZOAB en fijn dubbel ZOAB (FDZOAB). Bij een nat wegdek zal de geluidreductie die het wegdek onder droge omstandigheden geeft afnemen, wat tijdelijk een verhoging van de geluidproductie in de omgeving van de weg veroorzaakt. Voor de meetlocaties is dit effect beoordeeld door de gemiddeld gemeten uurwaarden ( $LA_{eq}$  in dBA) bij droog wegdek<sup>1</sup> te vergelijken met die bij een nat wegdek. Daarnaast is op de meetlocaties de jaargemiddelde gemeten geluidproductie ( $L_{den}$ ) afzonderlijk bepaald voor droge uren ten opzichte van alle uren (droge en natte). De verschillen in meetresultaten bij droge en natte uren zijn weergegeven in Figuur 4.

<sup>1</sup> 'Droge' en 'natte' uren uit de meetreeksen zijn de uren waarvoor geldt dat in de voorafgaande 48 uren respectievelijk minder en meer dan 1mm neerslag is gevallen.



Figuur 4 Toename in geluidniveau op meetlocaties ten gevolge van neerslag

Uit Figuur 4 blijkt dat het niveau bij nat wegdek tot ruim 3 dB kan oplopen ten opzichte van het niveau bij droog wegdek. Op de jaargemiddelde geluidproductie (Lden) is het effect echter meestal beperkt. Het gemiddelde effect over alle meetlocaties bedraagt 0,5 dB. Op sommige locaties (met name de A20 Rotterdam N/Z, Velsbroek, Nieuwkuijk, Loenen), waar de weg mogelijk een lager waterafvoerend vermogen heeft, is het effect groter en kan tot ongeveer 1 à 1,5 dB oplopen. Aangezien het wegdek het grootste gedeelte van het jaar droog is, is de jaargemiddelde afname in geluidreductie als gevolg van neerslag klein ten opzichte van de tijdelijke afname. Desondanks is het effect van invloed op de jaargemiddelde reductie, die kleiner is dan wanneer alleen droge uren worden meegenomen. De wettelijke rekenmethode [RMV2012], die de wegbeheerder moet gebruiken voor de naleving, gaat uit van emissies die standaard onder droge weersomstandigheden worden gemeten.

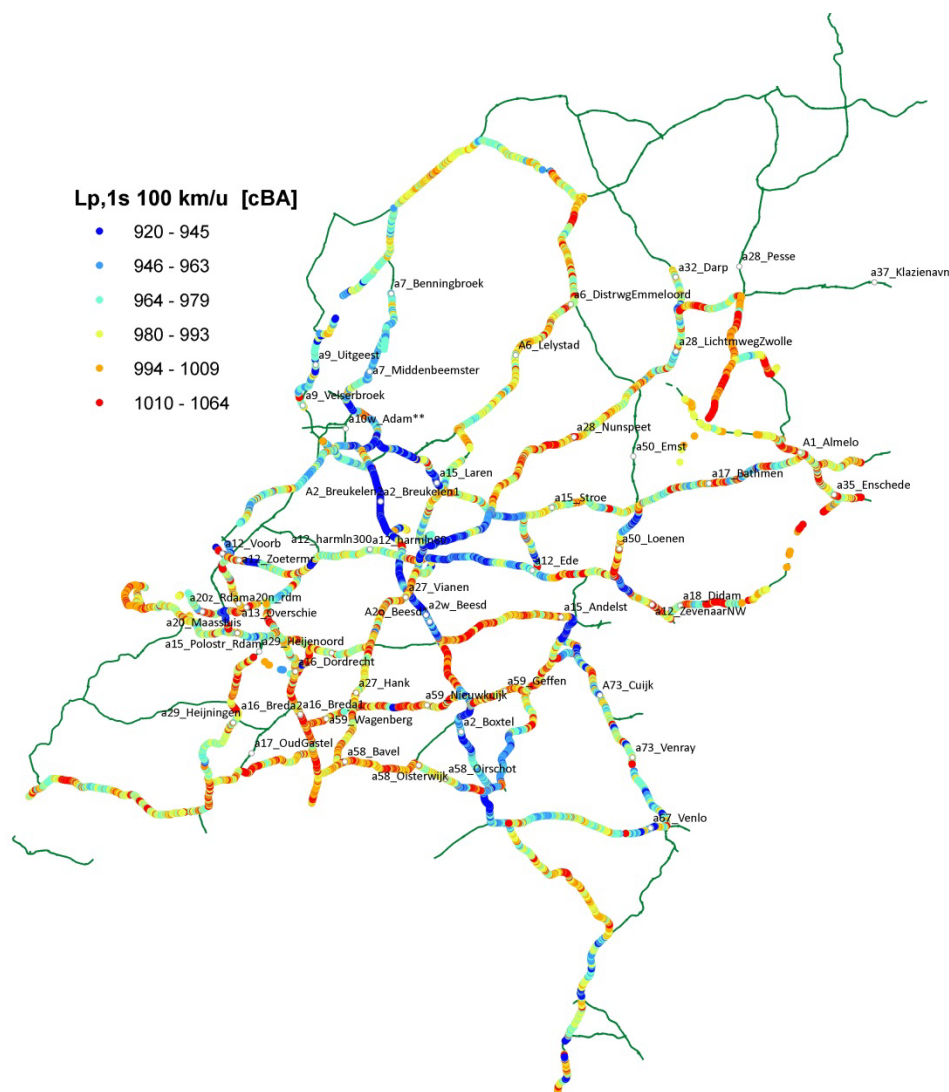
#### 4.2.3 Invloed temperatuur

Een derde oorzaak komt voort uit de invloed van de temperatuur op de geluidemissie van het verkeer. Een lagere temperatuur betekent een hogere geluidemissie en vice-versa. De geluidemissie, inclusief de wegdekcorrectie uit de RMV2012, is bepaald voor temperatuur van 20 °C, terwijl de gemiddelde jaartemperatuur in Nederland op ongeveer 10 °C ligt. Een lagere temperatuur geeft een hogere geluidemissie. De temperatuurscoëfficiënt laat variatie zien, maar kan in benadering worden gesteld op gemiddeld -0,05 dB/°C, wat een effect (jaargemiddeld lager rekenen dan meten) van 0,5 dB betekent. Evenals de invloed van neerslag is dit is een relatief klein effect, maar beiden werken verhogend in het verschil tussen en meten en rekenen: bij elkaar komt het effect op 1 à 2 dB.

#### 4.2.4 Invloed wegdekken

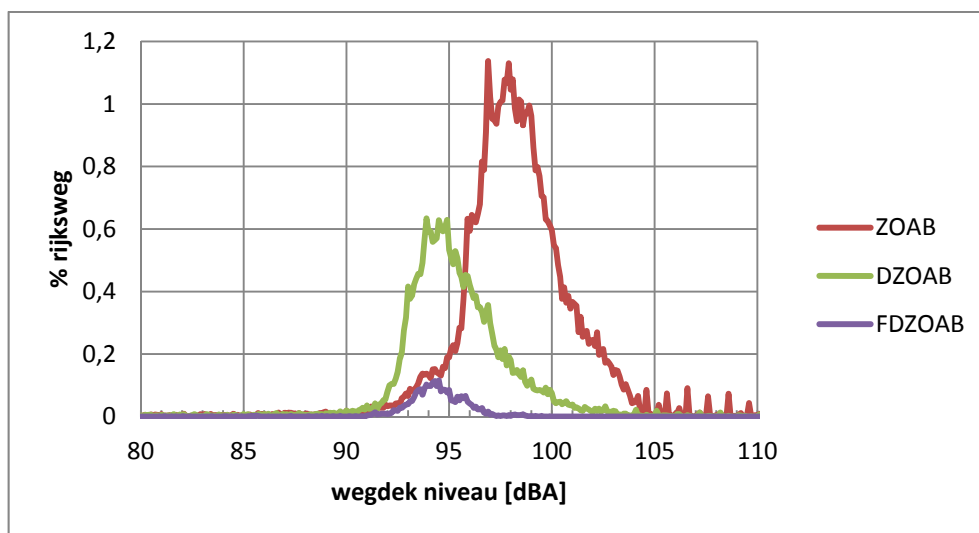
Het is bekend dat poreuze wegdekken, zoals het Zeer Open Asphalt Beton (ZOAB) dat grotendeels op het Nederlandse rijkswegennet wordt toegepast, een beperkte akoestische levensduur hebben [RWS2007]. Als de wegdekken verouderen waarbij de absorptie en/of de textuur verslechtert, kan de geluidreductie ten opzichte van het DAB-referentiewegdek verloren gaan en kan er uiteindelijk zelfs een toename ontstaan. Als de aanwezige geluidreductie van het wegdek afwijkt van de waarde die in [RMV2012] wordt aangehouden, zal dit tot uiting komen in verschillen tussen de gemeten en berekende geluidproductie op de GPP-referentiepunten. Om tot een indicatief beeld van de huidige geluidreductie van Nederlandse rijkswegen te komen zijn door het RIVM in de periode maart-juni 2015 wegdekmetingen verricht. Het betreft

indicatieve metingen, waarbij een eenvoudige meetmethode is toegepast met als doel in relatief kort tijdsbestek een ruimtelijk zo volledig mogelijk en uniforme 'quickscan' van de wegdekgesteldheid te verkrijgen. Daartoe zijn tijdens een aantal bezoeken van de meetlocaties, gelijktijdig de positie van het voertuig en het geluidniveau onder het chassis gelogd. De meetmethode wordt beschreven in Bijlage 2. Figuur 5 toont het gemiddelde niveau onder het voertuig (hierna: 'voertuiggeluidniveau') van de ritten van maart-mei 2015, waarbij de kleurschaal het voertuiggeluidniveau ( $L_{p,1s}$  in dB) onder het voertuig aangeeft. Voor de aangegeven (gekleurde) wegen geldt dat op beide rijbanen minstens één rit is gemaakt. Het voertuiggeluidniveau dat op een DAB-referentiewegdek wordt gemeten is met een ijkmeting bepaald op  $100 \pm 1$  dB (zie Bijlage 2). Dit betekent dat op een weg waar bijvoorbeeld 98 dB is gemeten de weg een geluidreductie van  $2 \pm 1$  dB geeft ten opzichte van het DAB-referentiewegdek.



*Figuur 5 Resultaat wegdekmetingen maart-juni 2015: voertuiggeluidniveau  $L_{eq,1s}$  gemeten onder het testvoertuig bij 100 km/u in eenheden 0.1dBA. Metingen bij droog weer en genormeerd op 20°C*

Rijkswaterstaat heeft de wegdekgegevens, die voor berekening van de geluidproductie (GPR13) zijn gebruikt, voor dit onderzoek beschikbaar gesteld aan het RIVM. Door deze gegevens te koppelen aan de het voertuiggeluidniveau is een frequentieverdeling van het voertuiggeluidniveau per type wegdek bepaald. Figuur 6 geeft het resultaat voor ZOAB, DZOAB en FDZOAB.



*Figuur 6 Frequentieverdelingen per wegtype van het voertuiggeluidniveau over het rijkswegennet, bepaald uit metingen maart-juni 2015 bij droog weer en genormeerd op 20 °C*

De gemiddelde waarden van het gemeten voertuiggeluidniveau op ZOAB, DZOAB en FDZOAB komen op 98,2; 95,3 en 94,3 dB(A). Het voertuiggeluidniveau op een DAB-referentiewegdek (RMV2012), is bepaald op gemiddeld 100 dBA (zie Bijlage 2). De gemiddeld gemeten reducties uit Figuur 6 voor ZOAB, DZOAB en FDZOAB komen daarmee op 1,8; 4,7 en 5,7 dB. De waarden volgens [RMV2012] voor lichte voertuigen zijn: 2,0; 4,8 en 6,5 dB en stemmen praktisch overeen met de gemeten geluidreducties. De verschillen, 0,2; 0,1 en 0,8 dB vallen binnen de meetonzekerheid van de meetmethode die in absolute zin in de orde van  $\pm 1$  dB ligt. De verschillen tussen de gemeten en berekende geluidproductie op de referentiepunten langs de weg hangen echter samen met de spreiding die Figuur 6 laat zien. De verdeling voor ZOAB, dat op het grootste deel van de wegen ligt, heeft een standaarddeviatie van 2 dB en toont verschillen ten opzichte van de 100 dB referentiewaarde variërend van -6 tot +4 dBA. De spreiding draagt op de referentiepunten bij aan verschillen (zowel positief als negatief) tussen de gemeten en berekende geluidproductie, daar de berekening is gebaseerd op een constante, gemiddelde geluidreductie per wegtype.

#### 4.2.5 Resultaat verschilanalyse Rijkswegen

Als gecorrigeerd wordt voor de invloed van de aftrek (art. 5.11), de invloed van neerslag en temperatuur en de gemeten wegdekgesteldheid, nemen de verschillen tussen rekenen en meten langs rijkswegen uit Tabel 1 af. Voor de meetlocaties waar het gemeten geluidproductie na correctie voor de onzekerheidsmarge hoger is dan de berekende geluidproductie zijn deze factoren nader uitgewerkt. De invloed van de

temperatuur is daarbij generiek op 0,5 dB gesteld. De wegdekmetingen geven een indicatie van de gemiddelde geluidreductie die op de weg bij de meetlocaties uit Figuur 1 aanwezig is. Daartoe zijn de voertuiggeluidniveaus op de weg binnen een openingshoek van 120° vanuit de meetlocatie gemiddeld en vergeleken met de RMV-waarde voor licht verkeer. Het RMV-voertuiggeluidniveau is gelijk aan de referentiewaarde (100 dB) minus de geluidreductie uit [RMV2012]. Het resultaten zijn weergegeven in Tabel 2.

*Tabel 2 Resterende verschillen meten-rekenen 2013 na verwerking van de aftrek art 5.11, de invloed van neerslag en temperatuur en gemeten wegdekreductie.*

plaats	refpt	weg	gpm-gpr	Lvtg	Lrmv	$\Delta$ Lvtg	$\Delta$ afr	$\Delta$ neersl	$\Delta$ tem p	$\Delta$ tot	rest 13
A35_ Enschede	39995	Z	6	101,5	98	3,5	1	0,5	0,5	5,5	0,5
A28_ Nunspeet	19245	Z	4,9	101,1	98	3,1	1	0	0,5	4,6	0,3
A35_ Almelo	40615	Z	5,5	100,5	98	2,5	1	0,5	0,5	4,5	1,0
A32_ Darp	47274	Z	3,5	98,5	98	0,5	1	0,7	0,5	2,7	0,8
A12_ Zevenaar	50347	Z	5,1	101,2	98	3,2	1	0,5	0,5	5,2	-0,1
A59_ Wagenberg	22489	Z	2,7	99,1	98	1,1	1	0,4	0,5	3,0	-0,3
A2o_ Beesd	32811	FDZ	5,0	94,8	93,5	1,3	2	0,5	0,5	4,3	0,7
A16_ Breda2	11230	Z	4,8	100,7	98	2,7	1	0,6	0,5	4,8	0,0
A58_ Bavel	10392	Z	2,6	100,2	98	2,2	1	0,7	0,5	4,6	-2,0

gpm-gpr13: verschil gemeten – berekende geluidproductie 2013, Lvtg: gemeten voertuiggeluidniveau  $\langle L_{p,1s} \rangle$  bij 100 km/u, Lrmv: voertuiggeluidniveau RMV,  $\Delta$ 's indicatieve bijdragen aan gpm-gpr, rest13: resterend verschil meting-berekening,

De wegdekmetingen zijn een momentopname en resultaten 2015 kunnen afwijken van de situatie in 2013. Met de aanname dat de invloed van deze tijdfactor beperkt is kunnen de verschillen uit 2013 tussen de gemeten en berekende geluidproductie op de meeste locaties binnen  $\pm 1$  dB worden verklaard. De aftrek art. 5.11 en de verhoging vanwege het temperatuur- en neerslag effect veroorzaken al een verschil in de orde van 2 dB. Op locaties waar het verschil groter is speelt vaak een wegdekreductie die achter blijft bij de reductie volgens de RMV. De gemiddeld gemeten geluidreductie voor licht verkeer op de diverse wegdekken stemt praktisch overeen met de RMV-waarde. Door de spreiding in de wegdekken zijn er echter locaties waar het verschil groter is. Dit zijn ook overwegend de locaties waar in 2013 de grootste verschillen tussen de gemeten en berekende geluidproductie zijn geconstateerd.

### 4.3 Samenvattend

Het gemiddelde verschil in 2013 uit een steekproef van 23 referentiepunten tussen de gemeten geluidproductie en de door de wegbeheerder gerapporteerde, berekende waarde bedraagt  $2,4 \pm 1,1$  dB (hoger gemeten). Op negen meetlocaties ligt de gemeten geluidproductie, na correctie voor de meetonzekerheid, boven de berekende waarde. Het gemiddelde verschil op deze locaties bedraagt 4,5 dB.

De verschillen worden niet aantoonbaar veroorzaakt door verkeerde toepassing of interpretatie van de rekenvoorschriften [RMV2012], maar zijn inherent aan deze voorschriften. De verschillen hangen samen met

de aftrek (artikel 5.11, vooruitlopend op toekomstig stiller wegverkeer), de invloed van neerslag en temperatuur op de geluidemissie en de spreiding ten opzichte van de gemiddelde geluidreductie die de RMV aan poreuze wegdekken toekent.

De aftrek en de invloed van neerslag en temperatuur geven op veel locaties een bijdrage in de orde van 1 tot 2 dB in de verschillen tussen meten en rekenen. De toepassing van de aftrek art 5.11, vooruitlopend op toekomstig stiller wegverkeer is een beleidskeuze en de wegbeheerder dient deze in de wettelijke jaarberekening toe te passen, evenals de voorgeschreven geluidemissies van het verkeer bij een droog wegdek en de geluidemissie bij 20 °C. Afhankelijk van de meetlocatie kunnen daarnaast verschillen tussen de lokaal aanwezige geluidreductie van het wegdek, veelal ZOAB (Zeer Open Asfalt Beton), en de gemiddelde geluidreductie die door de RMV wordt voorgeschreven een rol spelen. De wegdekmetingen duiden er op dat de gemiddelde geluidreductie in overeenstemming is met de RMV, maar de spreiding leidt ertoe dat op een aantal meetlocaties een afwijkende geluidreductie aanwezig is, wat bijdraagt aan de verschillen met de berekende geluidproductie. Het huidige RMV en de normstelling houden geen rekening met deze spreiding.



## 5 Verschillen Rekenen-Meten Spoorwegen 2013

Uit de meetresultaten langs spoorwegen blijkt dat op een aantal locaties verschillen optreden tussen de gemeten geluidproductie en de door de wegbeheerder vastgestelde waarde uit de nalevingsrapportages over 2013, zowel in onderschrijdende als overschrijdende zin. Het doel van dit hoofdstuk is op hoofdlijnen een beeld te verkrijgen van de belangrijkste oorzaken van deze verschillen. Evenals bij rijkswegen is niet elke locatie uitputtend geanalyseerd, maar is gekeken naar generieke oorzaken met daarnaast een gedetailleerdere beschouwing van locaties waar de grootste verschillen zijn gevonden.

### 5.1 Berekende en gemeten geluidproductie 2013

Tabel 3 geeft de verschillen tussen de berekende en gemeten geluidproductie voor spoorwegen uit 2013.

*Tabel 3 Steekproef verschillen GPM13-GPR13 Spoorwegen 2013\**

locatie	ref. pt.	gpm13	gpr13	gpm13-gpr13
De Lutte	10937	61,7	56,6	5
Zenderen	10670	67,0	62,4	5
Lochem	11649	54,7	50,5	4
Nijkerk	7089	63,2	60,2	3
Holten	10035	63,8	61,4	2
Arnhem	14225	64,5	62,8	2
Brummen	12614	60,5	58,9	2
Kampen	39949	58,2	56,7	2
Herveld	39213	67,8	66,9	1
Staphorst	6544	62,9	62,3	1
Haelen	19832	61,5	60,9	1
Hulten	33060	69,8	69,3	1
Heukelom	33755	66,9	66,4	1
Sliedrecht	37856	66,5	66,3	0
Geffen	15724	64,2	63,9	0
Papekop	28444	65,0	65	0
Westervoort	13905	61,3	61,3	0
Mookhoek	40684	52,7	52,8	0
Leersum	29106	62,7	63,2	0
Schalkwijk	30576	64,0	64,8	-1
Oostzaan	24491	57,7	59,1	-1
Esch	17550	61,3	62,5	-1
Baambrugge	24648	62,7	64,8	-2
Dordrecht	32000	60,9	63	-2
Overberg	29612	52,6	55,3	-3
Heeze	19340	59,6	62,3	-3

\*gpm13/gpr13: gemeten/berekende geluidproductie over 2013

De gemeten geluidproductie uit 2013 (GPM13) wijkt soms licht af van de waarde uit de voorgaande validatierapportage [RIVM 2014]. Dit komt omdat de overdrachtscorrecties (van meetpunt naar referentiepunt) zijn gecorrigeerd naar nauwkeuriger gegevens van de spoorhoogten.

In Bijlage 5 is de gemeten geluidproductie uit 2013 en 2014, per maand en voor het gehele jaar, opgenomen. In Tabel 11 wordt voor elke locatie het maandverloop, de jaarmeting, de overdracht naar het dichtst bijgelegen referentiepunt, de resulterende gemeten geluidproductie met onzekerheid, de berekende geluidproductie uit de nalevingsrapportage van de spoorbeheerder [Prorail2014] en het verschil aangegeven. Tabel 12 geeft deze resultaten voor 2014, echter zonder de vergelijking met de berekende geluidproductie, die door de spoorbeheerder in de tweede helft van 2015 zal worden gepubliceerd. Een vergelijking en verschilanalyse voor 2014 wordt in de volgende validatierapportage opgenomen.

De geluidproductie die de spoorbeheerder op basis van de gegevens van het spoor en het materieel voor 2013 heeft gerapporteerd liggen op de meeste locaties dicht bij de gemiddeld gemeten geluidproductie: Het steekproefgemiddelde van de verschillen (GPM13 - GPR13) komt op 0,5 dB met een onzekerheid van  $\pm 1,2$  dB.

De grootste afwijkingen zijn gevonden bij de locaties De Lutte, Zenderen, Lochem en Nijkerk. Lochem betreft een enkel spoor met in vergelijking met de andere locaties een relatief lage geluidproductie van 55 dB op referentiepunt 11649. Op de meeste overige locatie blijven de verschillen verder beperkt tot ongeveer  $\pm 2$  dB.

## 5.2 Verschilanalyse

In tegenstelling tot de resultaten voor rijkswegen zijn er voor spoorwegen geen generieke oorzaken aan te wijzen die tot een systematische afwijking tussen rekenen en meten leiden. Op de berekende waarde wordt geen aftrek toegepast en er is geen duidelijke invloed van neerslag of temperatuur aanwezig. De conclusie ten aanzien van het spoor is dat op de gemeten en berekende geluidproductie over 2013 op de meeste locaties in goede overeenstemming zijn, met uitzondering van vier locaties: Zenderen, De Lutte, Lochem en Nijkerk. Verschillen kunnen samenhangen met afwijkingen van de voor de berekening aangenomen treinintensiteiten ten opzichte van het aanwezige verkeer en de afwijkingen in de emissiegetallen uit RMV2012 ten opzichte van de werkelijke geluidemissies. Navolgend wordt de invloed van deze factoren besproken.

### 5.2.1 *Treinintensiteiten*

Een gedetailleerde validatie van de verkeersgegevens die door de beheerder voor de naleving worden gebruikt is geen onderdeel van dit meetprogramma. Ook hier geldt als uitgangspunt dat de door de beheerder gehanteerde systemen waaruit de gegevens (intensiteiten, rijksnelheden) voor de GPR berekening worden afgeleid, correcte gegevens leveren. Validatie van deze systemen maakt geen onderdeel uit van dit meetprogramma.

In tegenstelling tot verkeersgegevens bij rijkswegen (waar geen afzonderlijke voertuigpassages worden gemeten) kan aan de hand van de metingen langs het spoor echter wel een indicatieve vergelijking

worden gemaakt tussen het aantal gemeten treinen en het aantal treinen dat in het register<sup>2</sup> is opgenomen. Het resultaat van deze vergelijking is weergegeven in Tabel 4 voor de locaties waar de verschillen tussen meten en rekenen groter zijn dan de onzekerheidsmarge.

*Tabel 4: Indicatieve vergelijking van het gemiddeld aantal gemeten treinen per uur in 2013 ten opzichte van het aantal in het geluidregister*

treinen/u	gpm-gpr	dag		avond		nacht	
		geteld	register	geteld	register	geteld	register
de Lutte	5,1	3,5	2,2	2,5	2,0	0,9	1,3
Zenderen	4,6	11,7	6,6	9,8	4,6	4,0	2,6
Lochem	4,2	4,1	1	3,1	0,7	1,0	0,2
Nijkerk	3,0	5,2	8,4	6,2	7,2	3,2	2,2

Register: gegevens die voor de vaststelling van het geluidproductieplafond (gpp) zijn gebruikt

Tabel 4 biedt niet meer dan een eerste indicatieve vergelijking, zonder dat verschillen per categorie, het aantal bakken per trein of de rijsnelheden worden meegenomen<sup>3</sup>. Niettemin suggereert het aantal gemeten treinen bij Zenderen en vooral bij Lochem dat op deze trajecten mogelijk meer verkeer passeert dan door de spoorbeheerder is meegenomen in de berekening van de geluidproductie. Tabel 4 biedt geen verklaring voor de gemeten verschillen bij de Lutte en Nijkerk en voor Zenderen slechts gedeeltelijk. Waarschijnlijk spelen ook andere factoren, waaronder de baangesteldheid, spoorruwheid en daarbij veroorzaakte geluidemissie van het materieel.

### 5.2.2 Validatie van geluidemissies

Om de geluidemissies per categorie te kunnen valideren heeft de spoorbeheerder voor drie locaties uit het meetnet, te weten Hulten, Geffen en Esch, gegevens uit de Quo-Vadis treinregistratie beschikbaar gesteld. Dit zijn tellussen waar onder andere per treinpassage het aantal bakken, het treintype en de rijsnelheid worden geregistreerd. De Quo-Vadis gegevens zijn via de tijdregistratie gekoppeld aan de (klasse-1) metingen die in opdracht van RIVM in 2013 op deze locaties zijn verricht door DGMR (Hulten en Geffen) en M+P (Esch). Het resultaat is geaggregeerd naar de treincategorieën<sup>4</sup> uit [RMV2012] en weergegeven in Tabel 5.

<sup>2</sup> Het register gaat uit van het aantal rekenheden per treincategorie. Voor de meeste categorieën is dat het aantal wagons(bakken). Bij de metingen wordt alleen een treinpassage geregistreerd, zonder de categorie, snelheid of het aantal wagons van de passage. Om treinaantallen globaal te kunnen vergelijken is aangenomen dat reizigerstreinen gemiddeld uit 9 wagons bestaan en goederentreinen uit 20 wagons.

<sup>3</sup> Het gaat bovendien om de gpp (register) gegevens en niet de gegevens die de beheerder voor het gpr heeft gebruikt. Vanwege technische redenen bleek het voor de beheerder niet mogelijk om de verkeersgegevens uit de gpr-berekening tijdig aan te leveren. Dit is wel voorzien in het vervolg van het meetprogramma.

<sup>4</sup> RMV categorieën zijn:

1. Mat64, Duits Materieel (DB) reizigers treinen met gietijzeren blokremmen
2. ICR, DDM-1, SNCF, TEE, B reizigers treinen met overwegend schijfremmen en toegevoegde gietijzeren blokremmen
3. SGM 2/3 stop treinen met uitsluitend schijfremmen
4. CARGO Goederen treinen met gietijzeren blokremmen
5. IRM, ICMIII, ICMIV, DDM2/3, reizigers treinen met schijfremmen en toegevoegde niet-ijzeren blokremmen
9. Thalys, hoge snelheidsmaterieel met hoofdzakelijk schijfremmen

*Tabel 5 Emissies bij 1 bak /uur (E\* in dBA) per treincategorie, gebaseerd op metingen bij Hulten, Geffen en Esch uit 2013*

cat	Ref. snelh	RMV	Hulten (2013)			Geffen(2013)			Esch (2013)		
	Km/u	Ermv*	Em*	#treinen	$\Delta E^*$	Em*	#treinen	$\Delta E^*$	Em*	#treinen	$\Delta E^*$
1	120	64	67,7	719	3,7	67,7	8.022	3,7	67,8	3.856	3,8
2	120	65,2	64,4	18.501	-0,8	64	7.655	-1,2	64,8	71	-0,4
3	120	61,3	64,6	187	3,3	64,8	2.570	3,5	66,8	1.244	5,5
4	100	64,3	66,1	5.885	1,8	63,5	397	-0,8	65	125	0,7
8	120	59,2	60,4	48.540	1,2	62,1	28.119	2,9	58,9	20.873	-0,3
9	120	67,2				62,6	84	-4,6	62,3	188	-4,9
all		62,1	62,6	73.832	0,5	64,1	46.763	2,0	62,5	26.169	0,4

Em: gemeten emissie, Ermv: emissies volgens [RMV2012] voor een bovenbouw met betonnen dwarsliggers, verschil  $\Delta E^* = Em^* - Ermv^*$

In Bijlage 5, Tabel 11, zijn de gemeten emissies verder uitgesplitst naar treintypen per categorie. De gemeten emissies van treinen in categorie 1 liggen op de drie locaties hoger dan die volgens [RMV2012]. Ook de gemeten emissies van het materieel in categorie 3, stoptreinen van het type SGM2/3, liggen op alle drie locaties hoger dan volgens de RMV2012. De verschillen zijn verder beperkt, behalve op de locatie Geffen voor categorie 8. Op deze locatie komen relatief veel treinen van het type ICMIII en ICMIV voor. Deze zijn beiden ingedeeld in de relatief stille categorie 8<sup>5</sup>, maar de gemeten emissies liggen hoger en voor de onderzochte locaties lijkt een indeling in categorie 2 met een emissie van 65 dB meer van toepassing. Dit punt speelt ook voor Hulten, al hebben deze typen materieel hier binnen categorie 8 een kleiner aandeel zodat het verschil met de RMV tot 1,2 dB beperkt blijft. Het verschil tussen de berekende en gemeten waarde van de over alle categorieën gemiddelde geluidemissie blijft op de locaties Hulten en Esch beperkt tot 0,5 dB.

### 5.3 Samenvattend

Het gemiddelde verschil over 2013 tussen de gemeten en berekende geluidproductie op 26 GPP-referentiepunten langs spoorwegen (GPR13-GPM13) voor 2013 is  $0,5 \pm 1,2$  dB (hoger gemeten). Op vier meetlocaties: de Lutte, Zenderen, Lochem en Nijkerk, zijn verschillen gevonden die buiten de onzekerheid van de metingen liggen. Op deze locaties is gemiddeld 4,2 dB hoger gemeten. Op de locaties Lochem en Zenderen is mogelijk meer verkeer aanwezig dan is aangenomen.

Op drie meetlocaties, Hulten, Geffen en Esch, zijn gemeten geluidemissies van het materieel vergeleken met de waarden volgens RMV2012. Aandachtspunten zijn de geluidemissies van het Materieel 64 (MAT64) uit categorie 1, de geluidemissies van SGM2/3 uit categorie 3 en de geluidemissies van ICMIII en IV uit categorie 8. Voor deze treintypen is op de genoemde locaties in 2013 een hogere geluidemissie gemeten. In het vervolg van het meetprogramma zal worden

<sup>5</sup> Het ICMIII materieel was van oudsher ingedeeld in categorie 2. In de loop van 2012 zijn de treinstellen echter van een ander remsysteem voorzien, op basis waarvan ze voortaan, net als ICMIV, in categorie 8 worden ingedeeld.

beoordeeld of deze verschillen structureel zijn en in generieke zin bijdragen aan de verschillen tussen rekenen en meten.



## 6 Conclusies

De onderhavige rapportage 'Geluidmonitor 2014' geeft de resultaten uit een meetprogramma met als doel de wettelijke verplichte validatie van de geluidproductieplafonds langs rijkswegen en spoorwegen [Stb 2012]. De regeling voor geluidproductieplafonds stelt grenswaarden aan het geluid op referentiepunten die op 50 m van de spoor(weg) en op 100 m onderlinge afstand liggen. Het meetprogramma beperkt zich tot de *signalering* van afwijkingen tussen de gemeten en berekende geluidproductie en doet geen aanbevelingen of voorstellen ten aanzien van eventuele wijzigingen in rekenmethoden.

In dit onderzoek zijn verschillen tussen de gemeten en berekende geluidproductie uit 2013 [RIVM 2014] vastgesteld en nader onderzocht. Daarnaast is in 2014 de geluidproductie op 47 referentiepunten langs rijkswegen en 45 referentiepunten langs spoorwegen gemeten.

De conclusies van het onderzoek voor rijkswegen en spoorwegen zijn:

### *Rijkswegen*

- Het gemiddelde verschil in 2013 uit een steekproef van 23 referentiepunten tussen de gemeten geluidproductie en de door de wegbeheerder gerapporteerde, berekende waarde bedraagt 2,4 dB (hoger gemeten).
- Op negen meetlocaties ligt de gemeten geluidproductie, na correctie voor de meetonzekerheid, boven de berekende waarde. Het gemiddelde verschil op deze locaties bedraagt 4,5 dB.
- Waar hoger is gemeten ontstaan de verschillen uit de invloed van neerslag, temperatuur en het wegdek. De verschillen worden niet aantoonbaar veroorzaakt door verkeerde toepassing of interpretatie van de rekenvoorschriften[RMV2012], maar zijn inherent aan deze voorschriften.
- Trendmetingen langs de N256 bij Collijnsplaat, laten zien dat de geluidproductie per voertuig van personenauto's en vrachtauto's in de periode van 2005-2013 bij rijsnelheden van 70-120 km/u niet meetbaar is veranderd. De aftrek (artikel 5.11, vooruitlopend op toekomstig stiller wegverkeer), zijnde 1 dB voor (D)ZOAB wegen en 2 dB voor FDZOAB en DAB wegen, werkt daardoor nog volledig door in de verschillen tussen meet- en rekenresultaten.
- Factoren die de verschillen tussen meten en rekenen generiek beïnvloeden zijn de aftrek (artikel 5.11, vooruitlopend op toekomstig stiller wegverkeer) en de invloed van neerslag en temperatuur op de geluidemissie. Deze factoren leiden op veel locaties tot een bijdrage (hoger gemeten) in de orde van 1 tot 2 dB in de verschillen tussen meten en rekenen.

- Afhankelijk van de meetlocatie kunnen daarnaast verschillen tussen de lokaal aanwezige geluidreductie van het wegdek - veelal ZOAB - en de gemiddelde geluidreductie die door de RMV wordt voorgeschreven een rol spelen. Indicatieve wegdekmetingen, verricht in de periode maart tot en met mei 2015 duiden er op dat de gemiddelde geluidreductie in overeenstemming is met de RMV. De spreiding in de geluidreductie op de wegen draagt echter bij aan lokale verschillen met de berekende geluidproductie, zowel in positieve als negatieve zin.

### *Spoorwegen*

- Het gemiddelde verschil in 2013 uit een steekproef van 26 referentiepunten tussen de gemeten geluidproductie en de door de spoorbeheerder gerapporteerde, berekende waarde bedraagt 0,5 dB (hoger gemeten).
- Op vier meetlocaties bij de Lutte, Zenderen, Lochem en Nijkerk ligt de meetuitkomst, na correctie voor de meetonzekerheid boven de berekende geluidproductie. Op deze locaties is gemiddeld 4,2 dB hoger gemeten. Op de locaties Lochem en Zenderen is mogelijk meer verkeer aanwezig dan is aangenomen.
- Op drie meetlocaties, Hulten, Geffen en Esch zijn, aanvullend op de steekproef, geluidemissies van het materieel gemeten en vergeleken met de waarden volgens RMV2012. Voor enkele treintypen, het Materieel 64 (MAT64) uit categorie 1, de geluidemissies van SGM2/3 uit categorie 3 en de geluidemissies van ICMIII en ICMIV uit categorie 8, zijn in 2013 op deze locaties 3 tot 4 dBA hogere emissies gemeten.

De geconstateerde verschillen (2013) zijn gebaseerd op een eerste, nog eenmalige vergelijking van de gemeten en berekende geluidproductie. Het is dan ook nog onzeker hoe de verschillen op meetlocaties over langere periode zullen uitvallen. Naar verwachting zal de vergelijking van de gemeten en berekende geluidproductie over 2014, nadat die september 2015 door de weg- en spoorbeheerder zijn gepubliceerd, hier meer duiding in bieden. Als blijkt dat de verschillen tussen meet- en rekenwaarden structureel zijn, is nader onderzoek nodig naar de vraag of aanpassingen van de rekenmethode nodig zijn



## Referenties

[CROW2004] De methode Cwegdek 2002 voor wegverkeersgeluid, april 2004, CROW-publicatie 200

[EU2002] Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaaï, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, juli 2002.

[IEC2002] INTERNATIONAL STANDARD IEC 61672-1 Electroacoustics – Sound level meters Part 1: Specifications

[ISO2007] ISO 1996-2:2007 Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 2: Determination of environmental noise levels

[ISO2011] ISO 11819-1:1997, Acoustics -- Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise -- Part 1: Statistical Pass-By method

[ISO2012] ISO/DIS 11819-2 Acoustics -- Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise -- Part 2: The close-proximity method

[Probst2005] Wolfgang Probst, Uncertainties in the prediction of environmental noise and in noise mapping, Acoustiques&Technique n°40, Centre d'information et de documentation sur le bruit, CIDB 2005

[Prorail2014] Nalevingsverslag geluidproductieplafonds 2013, publicatie P909215, september 2014

[RIVM2012] Geluidmonitor 2011, RIVM rapport 630650003, Bilthoven 2012

[RIVM2014] Geluidmonitor 2013 – Meetwaarden op referentiepunten uit SWUNG-1, Briefrapport 2014-0021

[RMV2012] Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, van 12 juni 2012, nr. IENM/BSK-2012/37333, houdende vaststelling van regels voor het berekenen en meten van de geluidsbelasting en de geluidproductie ingevolge de Wet geluidhinder en de Wet milieubeheer (Reken- en meetvoorschrift geluid 2012)

[RWS2007] Rijkswaterstaat-DVS, De akoestische kwaliteit van wegdekken op het hoofdwegennet, rapport DVS-2007-048, 14 december 2007

[RWS2014] Nalevingsverslag geluidproductieplafonds rijkswegen 2013, Rijkswaterstaat-WVL, september 2014

[Stb2012] Staatsblad nr 163, Jaargang 2012, Besluit van 4 april 2012, houdende regels inzake geluidproductieplafonds voor wegen en spoorwegen, geluidsbelastingkaarten en actieplannen (Besluit geluid milieubeheer)

## Bijlage 1 Apparatuur en meetonzekerheid

Uitkomsten van rekenmodellen roepen vaak discussie over de betrouwbaarheid op. Bij metingen is er eerder draagvlak voor de uitkomsten omdat deze vrij zijn van aannamen ten aanzien van overdracht of verkeerssamenstelling. De uitkomsten van metingen bieden echter evenmin 100% betrouwbaarheid en de onzekerheden zullen bij een verkeerde meetopzet groter zijn dan bij een goed onderbouwd rekenmodel. De betrouwbaarheid van een meting wordt bepaald door de kwaliteit van de meetapparatuur, de representativiteit van de meetperiode, de afwezigheid van geluid dat niet tot de te beoordelen bron behoort en geschikte meteorologische omstandigheden tijdens de meting. Navolgend worden deze punten nader omschreven en wordt toegelicht hoe deze doorwerken in de onzekerheid van het meetresultaat.

### Meetapparatuur

We onderscheiden meetapparatuur die voldoet aan de specificaties uit IEC 61672-1 voor klasse-1 en klasse-2 microfoons[IEC2002]. Deze internationale standaard stelt tolerantiegrenzen per frequentie. Bij 1000 Hz bedraagt toelaatbare tolerantie  $\pm 0.7$  dB voor klasse-1 en  $\pm 1.5$  dB voor klasse-2 apparatuur. In de praktijk komt dit voor breedbandig, A-gewogen geluidsniveaus neer op een onzekerheid van maximaal  $\pm 1$  dB voor klasse-1 en  $\pm 2$  dB voor klasse-2 apparatuur. In Tabel 6 is aangegeven op welke locaties klasse 1 en 2 apparatuur is gebruikt. De klasse 2 apparatuur is beschreven en gevalideerd in [RIVM2014]

*Tabel 6 Meetapparatuur op diverse locaties geluidmeetnet 2013-2014*

plaats	beheerder	klasse	jaar
A35_Almelo	DGMR/SensorNet	1	2013-2014
A73_Cuijk	DGMR/SensorNet	1	2013-2014
A2_Breukelen(1)	RIVM	1	2013
A2_Breukelen (2)	Munisense	1	2013-2014
A6_Lelystad	Munisense	1	2013-2014
A2_Beesd_oost	M+P	1	2013-2014
A20_Rotterdam	RIVM	1	2013
Zenderen	DGMR/SensorNet	1	2013-2014
Hulten	DGMR/SensorNet	1	2013-2014
Geffen	DGMR/SensorNet	1	2013-2014
Herveld	Munisense	1	2013-2014
Esch	M+P	1	2013-2014
Overige locaties	RIVM	2	2013-2014

### Onzekerheden door eindige meetperiode (statistische onzekerheid)

Naast de onnauwkeurigheid van de meetapparatuur neemt de onzekerheid toe wanneer er niet jaarrond wordt gemeten. De te valideren geluidsbelasting ( $L_{den}$  in dB) is een gewogen, jaargemiddelde waarde en wanneer bij validatie over een kortere periode wordt gemeten, ontstaat er een onzekerheid in hoeverre de gekozen

meetperiode representatief is voor het jaargemiddelde. De onzekerheid neemt toe naarmate de meettijd gedurende het te beoordelen jaar afneemt en om deze zoveel mogelijk te beperken dient er dus zo lang mogelijk te worden gemeten. Er kan immers niet zonder meer vanuit worden gegaan dat een meetperiode van een dag of een maand zonder meer de correcte jaarwaarde oplevert. De geluidproductie van dag tot dag of van week tot week is onderhevig aan sterk wisselende invloeden. Te denken valt hierbij aan windrichting, temperatuur, neerslag en het verkeersaanbod en rijsnelheden.

In de praktijk blijkt het niet mogelijk om alle uren van het jaar continu te meten. Conform de richtlijnen uit de ISO 1996-2[ISO2007] kunnen metingen niet worden verricht bij een windsterkte van meer dan 5 m/s. Bij alle uren is met behulp van KNMI-gegevens gecontroleerd of de metingen hieraan voldoen. Geluidniveaus die zijn gemeten bij te harde wind zijn uit de data gefilterd en niet meegenomen in de middeling. Verder kan apparatuur soms een periode uitvallen door stroomuitval.

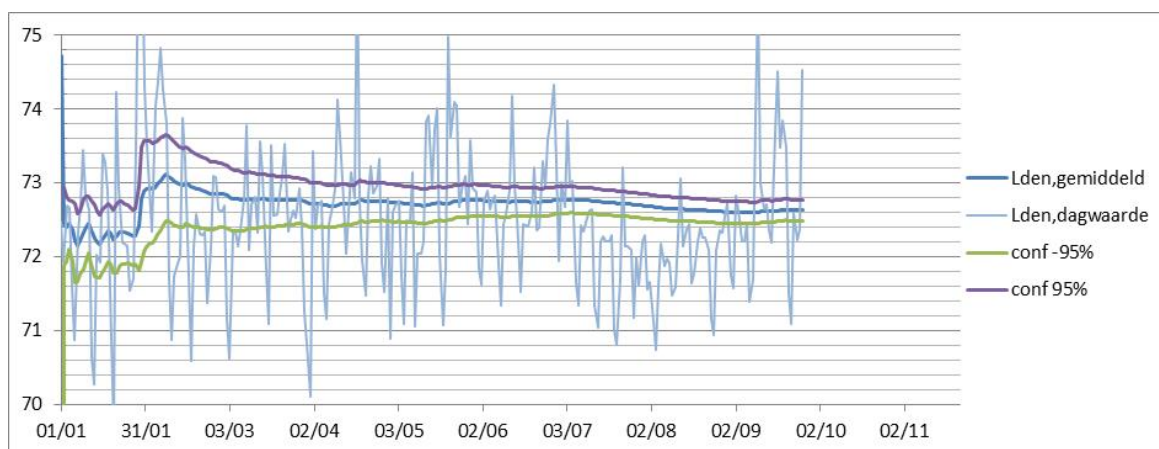
Voor de vaste meetlocaties die per 1 januari 2013 in bedrijf waren (A12,A10,A2,A20,A16, Geffen, Hulten, Herveld en Mookhoek) speelt bij de Lden jaarbelasting over 2013 alleen de onzekerheid in de apparatuur een rol.

Voor de locaties die later zijn ingericht zijn minder geldige uren met meetgegevens beschikbaar en op deze locaties zal de voor de Lden jaarbelasting 2013 een wat grotere onzekerheid van toepassing zijn. Dit geldt met name voor de klasse 2 geluidloggers, waarmee vanaf juni 2013 op circa 50 locaties een meetcampagne is gestart.

Om de statische onzekerheid in het meetresultaat voor de Lden te schatten, wordt aangenomen dat de etmaalwaarde hiervan (Lden bepaald over 24 u) een normale verdeling volgt. Een meetpunt levert dan een steekproef (gelijk aan het aantal geldige meetdagen) uit deze verdeling, waaruit vervolgens met de gebruikelijke onzekerheidsstatistiek een 95% betrouwbaarheidsinterval voor de jaargemiddelde Lden kan worden afgeleid. Figuur 7 illustreert dit voor de RIVM meetlocatie langs de A2 bij Breukelen en toont de spreiding in dagwaarden en onzekerheidsmarges voor het steekproefgemiddelde als schatter voor de jaargemiddelde Lden. De statistische onzekerheid over de gehele periode van januari tot oktober bedraagt circa  $\pm 0,2$  dB.

### **Onzekerheden door stoorgeluid**

Dit treedt op wanneer op de meetlocatie geluidbronnen invloed hebben op het meetresultaat, die niet tot de beoogde bron (rijksweg of spoor) behoren. Bijvoorbeeld nabij gelegen industriële installaties, brommers, vliegtuigen etc. Deze bijdrage aan de onzekerheid is tot een minimum beperkt alle meetlocaties zorgvuldig te inspecteren op de afwezigheid van mogelijke stoorbronnen. In veel gevallen is er altijd enig andersoortig geluid aanwezig, maar de meetlocaties zijn zo gekozen dat de bijdrage van stoorbronnen ruim (10-15 dB) lager is dan de bijdrage van de rijksweg of het spoor. Dit wordt vergemakkelijkt doordat alle meetlocaties relatief dicht bij de beoogde bronnen liggen.



*Figuur 7 Dagwaarden, spreiding en onzekerheidsmarges Lden gemeten langs de A2 bij Breukelen, periode januari – oktober 2013.*

### Onzekerheden vanwege de overdrachtscorrectie

Een derde bron van onzekerheid is in welke mate een meetuitkomst afwijkt van de te valideren geluidproductie op een GPP-locatie (referentiepunt), wanneer het meetpunt niet samenvalt met het referentiepunt. Het is in de praktijkomstandigheden meestal niet mogelijk om de meetpost exact op het referentiepunt te plaatsen. In dat geval dient de meetuitkomst voor het verschil in locatie gecorrigeerd te worden. Daartoe wordt gebruik gemaakt van de standaardoverdracht conform [RMV 2012], zoals die ook voor de berekening van de GPP waarden wordt toegepast. De onzekerheid neemt toe naarmate benodigde correctie groter is en hangt af van de afstand van het meetpunt tot de verbindinglijn door de referentiepunten op 50 meter afstand van de weg of het spoor. De onzekerheid in de overdrachtscorrectie bedraagt ongeveer  $\pm 20\%$  van de absolute waarde van de correctie [Probst 2005]. Het gaat om relatief kleine correcties waardoor die een onzekerheid opleveren die klein is ten opzichte van de apparatuur en statistische onzekerheid.

### Resulterende onzekerheid

Genoemde onzekerheden zijn conform ISO1996-2[ISO2007] in de gemeten geluidproductie Lden verwerkt en op de referentiepunten als volgt meegenomen.

$$\delta L_{den} \approx \pm \sqrt{m^2 + s^2 + (0.2\Delta_{ovd})^2}$$

waarin

- m : onzekerheid apparatuur  $\pm 1$  dB voor klasse-1 en  $\pm 2$  dB voor klasse-2 met maandelijks klasse-1 kalibratie
- s : statistische onzekerheid, bepaald aan de hand van de variantie van het verkregen steekproefgemiddelde uit maximaal 365 dagwaarden Lden
- $\Delta_{ovd}$  : geluidoverdracht meetpunt-referentiepunt, bepaald volgens RMV 2012

## Bijlage 2 Wegdekmetingen

Ter bepaling van de akoestische kwaliteit van wegdekken wordt meestal gebruikt gemaakt de 'Statistical Pass By Method' [ISO2011] of de Close Proximity Method [ISO2012]

De SPB methode is een ISO-gestandaardiseerde, relatief nauwkeurige methode waarbij het resultaat, de geluidreductie van een wegdek ten opzichte van DAB 0/6 (referentie), wordt gebaseerd op het gemiddelde van een groot aantal (100-200) voertuigen. De uitkomst geldt echter alleen op de plaats van meting en SPB metingen zijn niet geschikt om de geluidreductie op een omvangrijk wegennet in kaart te brengen. Als alternatief kunnen, rijdend op de weg, CPX metingen worden verricht, waarbij op korte afstand het geluid wordt gemeten van een of meer testbanden die in een aanhangwagen of een speciaal daartoe ontworpen voertuig wordt gemonteerd. Door de geluidniveaus tijdens het rijden te loggen kan met de CPX methode snel een indruk worden verkregen van de geluidreductie van een wegennetwerk. Bij de CPX methode kan men onderscheid maken tussen de 'open' en 'gesloten' uitvoering [RWS2007]. Het nadeel van een aanhangwagen of speciaal afgesloten voertuig is dat de meting in de praktijk alleen op de rechterrijbaan bij een maximale rij snelheid van 80 km/u kan worden uitgevoerd.

Om tot een indicatief beeld van de huidige geluidreductie op Nederlandse rijkswegen te komen zijn door het RIVM in de periode maart-juni 2015 wegdekmetingen verricht, met een 'open-voertuig' variant van de CPX-methode (hierna: CPX\_V). Daarbij is geen gebruik gemaakt van een aanhangwagen met een of meer testbanden, maar zijn de metingen verricht onder de auto zelf. Tijdens een aantal bezoeken van de meetlocaties, is elke seconde de GPS-positie van het voertuig (een Mercedes-Vito<sup>6</sup>) en het geluidniveau onder het chassis gelogd, waarmee een beeld van de huidige geluidreductie op circa 80% van het rijkswegennet is verkregen. De meetmethode is niet geheel vergelijkbaar met de CPX methode (ISO Draft), maar biedt als voordeel dat de auto geen aanhangwagen nodig heeft en er in de lichte verkeersstroom bij snelheden van 90-120 km/u probleemloos kan worden gemeten. Bovendien wordt bij een meting onder het voertuig rechtstreeks gemeten aan de bron (primair de banden) in de werkelijke bedrijfsconfiguratie, inclusief de aslast en de invloed van het voertuig.

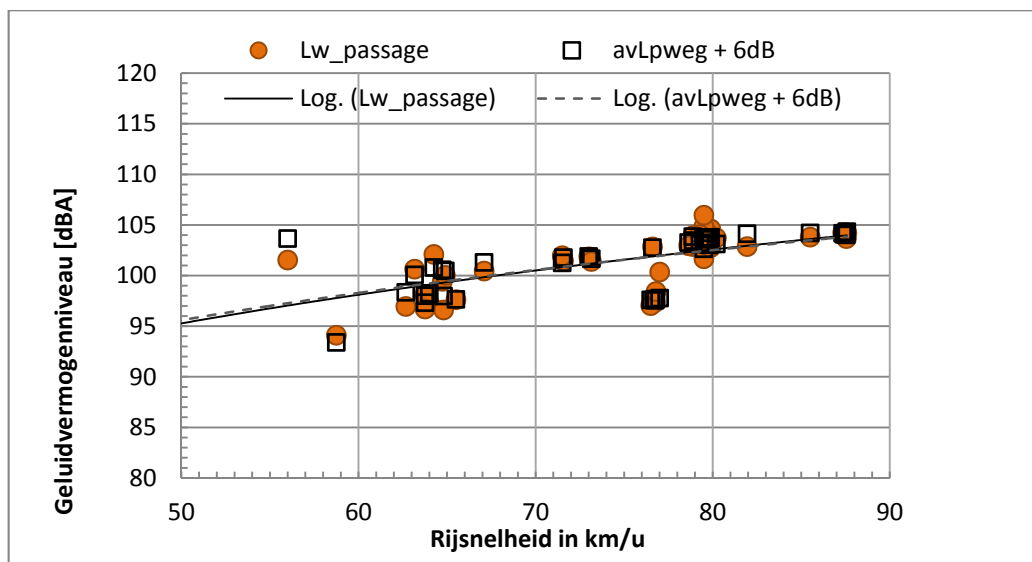
Omdat niet overal met een constante snelheid kan worden gereden zijn in nabewerking alle meetresultaten genormeerd op een rij snelheid (V) van 100 km/u met een correctie  $\Delta L_{p,1s} = -25 \cdot \log(V/100)$ . Alle metingen zijn verricht binnen het snelheidsbereik van 80-120 km/u, op een droog wegdek en bij een temperatuur van 5-15°C. Overeenkomstig de CPX methode zijn de waarden gestandaardiseerd naar 20°C ( $\alpha \approx -0.05$  dB/°C voor ZOAB, DZOAB en FDZOAB,  $\alpha \approx -0.1$  dB/°C voor DAB). Bij een

<sup>6</sup> Banden voor: 2x Continental VancoFourSeasons 195/65 R 16C 104/102 T M+S EC 72 dB, Banden achter: 2x Continental VancoFourSeasons 195/65 R 16C 104/102 T M+S EC 73 dB.

snelheid van 100 km/u heeft de meting een onderscheidend vermogen van 28 m.

Om het geluidniveau onder het voertuig (hierna 'voertuiggeluidniveau') te kunnen relateren de geluidreductie volgens [RMV2012], is een ijkprocedure nodig waarbij een referentie-voertuiggeluidniveau voor het DAB-referentiewegdek uit [RMV2012] wordt bepaald. Dat kan op twee manieren:

A) door gelijktijdig het bronvermogen uit een SPB-meting en het voertuiggeluidniveau bij passage te meten. Uitgangspunt hierbij is dat het testvoertuig representatief<sup>7</sup> is voor de categorie personenauto's uit [RMV2012]. Op 14 april 2015 zijn op een aantal locaties gelijktijdig SPB metingen en CPX\_V metingen verricht. Figuur 8 geeft de resultaten. Hoewel de SPB meetuitkomst soms afwijkt van de CPX\_V meting levert de methode vrijwel gelijke regressielijnen op. Uit de SPB metingen blijkt dat, voor het gebruikte testvoertuig, het voertuiggeluidniveau overeenkomt met het uit de SPB metingen afgeleide bronvermogen minus 6 dB:  $\langle L_p, 1s \rangle = L_{wa} - 6,0 \text{ dB}$ . Het bronvermogen van een personenauto op het referentiewegdek (RMV2012, SRM1) bij 100 km/u wordt gegeven door  $L_{w,ref} = 70 + 29,8 \cdot \log(V/80) + 33 = 105,9 \text{ dB}$ . Het referentie-voertuiggeluidniveau dat daarmee correspondeert, bedraagt dus 99,9 dBA.



Figuur 8 Vergelijking van SPB-metingen (SEL in berm) met CPX\_V metingen Mercedes Vito (Lvtg,weg) op 14 april 2014, droog, 18°C, bij verschillende rijsnelheden en wegdekken

B) Een tweede, meer directe ijkprocedure is mogelijk door een testrit te maken over een wegdek dat precies de geluidspecificaties heeft van het DAB-referentiewegdek. Op voorhand is echter niet bekend of een DAB wegdek dezelfde emissie heeft als het referentie wegdek. De geluidemissie van DAB laat evenals ZOAB spreiding zien door verschillen

<sup>7</sup> De bandenmaat van de meetauto (195/65 R 16) is vergelijkbaar met de meest voorkomende bandenmaat van een middenklasse personenauto (195/65 R 15).

in textuur. Om tot een representatief gemiddelde te komen is het daarom nodig om voldoende verschillende DAB locaties te meten. Uit de wegdekmetingen die van maart-mei 2015 zijn verricht is ongeveer 30 km aan DAB wegen beschikbaar. De resultaten staan in Tabel 7.

*Tabel 7 Gemiddelde waarden voertuiggeluidniveau, wegdekmetingen op DAB maart-mei 2015, totale weglengte circa 28 km*

datum	weg	T °C	Lvtg,av dBA	Lvtg 20 °C	#punten	Stdev dB
29/04/2015	N242 Oudorp	13	99,3	98,6	95	0,5
01/06/2015	N35 Heino	14	99,6	99,0	77	0,3
30/03/2015	N348	8	101,5	100,3	348	0,5
28/04/2015	N310 Stroe	11	100,0	99,1	14	0,8
06/03/2015	A326 knpt Bankhoef	8	101,6	100,4	74	0,4
01/06/2015	afrit A35 Enschede	14	102,0	101,4	11	0,4
28/04/2015	afrit A1 Stroe	11	100,6	99,7	8	0,4
01/04/2015	N18 Varsseveld	8	99,8	98,6	249	1,0
21/04/2015	Utrecht Zuilense Ring	16	99,6	99,2	119	0,6
	DAB gemiddeld	11	100,5	99,6	987	1,2

De voertuiggeluidniveaus (Lvtg) op DAB laten spreiding zien. Het gemiddelde komt op 100,5 dBA en bij temperatuur correctie (20°C ,  $\alpha \approx 0,1$  dB/°C voor DAB) op 99,6 dB. Dit is in goede overeenstemming met de ijking volgens methode A). De onzekerheid in het steekproefgemiddelde is klein  $\pm 1,96 \cdot \text{stdev} / \sqrt{N} \sim \pm 0,1$  dB, maar maatgevend is de meetonzekerheid van de microfoon. Bij de SPB-metingen is een LD854 geluidmeter klasse-1 gebruikt met meetonzekerheid van  $\pm 1$  dB. De onzekerheid in het voertuig-referentieniveau wordt daarmee gesteld op  $100 \pm 1$  dB.



## Bijlage 3 Gemeten emissies per treincategorie Hulten, Geffen, Esch 2013

Tabel 8 Gemiddelde geluidemissie, E\* in dBA ref 1m bij 1 bak /uur op de locaties Hulten, Geffen en Esch, gebaseerd, gebaseerd op Metingen en Quo-Vadis, 2013

cat	type	SRM1	Hulten	aantal	versch	Geffen	aantal	versch	Esch	aantal	versch
11	EMU Mat 64 II	64	67,7	719	3,7	67,7	8022	3,7	67,8	3856	3,8
22	PC ICR	65,2	64,4	18501	-0,8	64,0	7655	1,19	64,8	71	-0,4
34	EMU SGM_II	61,3	63,8	36	2,5	64,2	450	2,9	66	229	4,7
35	EMU SGM_III	61,3	64,8	151	3,5	65,3	1963	4	67,4	940	6,1
41	WAG FCCPPS	64,3	60,3	21	-4	61,7	2	-2,6	61,9	16	-2,4
43	WAG LAEKS	64,3	66,4	136	2,1	65,0	5			0	
44	WAG LAERS	64,3	65	907	0,7	61,9	123	-2,4	66,9	7	2,6
45	WAG SGMR1	64,3	67,7	2123	3,4	64,3	31	0	65,8	20	1,5
46	WAG SGNS1	64,3	65,7	2558	1,4	64,5	215	0,2	63,9	13	-0,4
47	WAG SGNS2	64,3	61,9	121	-2,4	60,4	17	-3,9	62,1	9	-2,2
48	WAG TANOOS	64,3	65,4	17	1,1	65,5	4	1,2	65,7	59	1,4
81	DDAR III mDDM	59,2	63,3	1376	4,1	64,6	9714	5,4	64,7	4037	5,5
82	EMU ICM III	59,2	63	13844	3,8	63,1	8364	3,9	63	73	3,8
83	EMU ICM IV	59,2	64	2138	4,8	64,3	1702	5,1	65,1	18	5,9
84	EMU SLT IV	59,2	59,5	9941	0,3	60,0	321	-0,8	60,7	459	1,5
85	EMU SLT VI	59,2	60,8	10648	1,6	61,4	268	2,2	61,9	441	2,7
86	VIRM ABv/PC DDM	59,2	56,2	10502	-3	57,6	7276	-1,6	57,4	15748	-1,8
87	EMU VIRM mBv(k)	59,2	58,4	18	-0,8	57,6	431	-1,6	60,1	11	0,9
89	PC ICK	59,2	59,4	56	-0,2	60,4	29	1,2	58,9	81	-0,3
92	EMU ICE (1/2)	67,2	-	-	-	62,6	84	-4,6	62,3	188	-4,9

cat	type	SRM1	Hulten	aantal	versch	Geffen	aantal	versch	Esch	aantal	versch
<b>1</b>	<b>RMV category_1</b>	<b>64</b>	<b>67,7</b>	<b>719</b>	<b>3,7</b>	<b>67,7</b>	<b>8022</b>	<b>3,7</b>	<b>67,8</b>	<b>3856</b>	<b>3,8</b>
<b>2</b>	<b>RMV category_2</b>	<b>65,2</b>	<b>64,4</b>	<b>18501</b>	<b>-0,8</b>	<b>64,0</b>	<b>7655</b>	<b>-1,2</b>	<b>64,8</b>	<b>71</b>	<b>-0,4</b>
<b>3</b>	<b>RMV category_3</b>	<b>61,3</b>	<b>64,6</b>	<b>187</b>	<b>3,3</b>	<b>64,8</b>	<b>2570</b>	<b>3,5</b>	<b>66,8</b>	<b>1244</b>	<b>5,5</b>
<b>4</b>	<b>RMV category_4</b>	<b>64,3</b>	<b>66,1</b>	<b>5885</b>	<b>1,8</b>	<b>63,5</b>	<b>397</b>	<b>-0,8</b>	<b>65</b>	<b>125</b>	<b>0,7</b>
<b>8</b>	<b>RMV category_8</b>	<b>59,2</b>	<b>60,4</b>	<b>48540</b>	<b>1,2</b>	<b>62,1</b>	<b>28119</b>	<b>2,9</b>	<b>58,9</b>	<b>20873</b>	<b>-0,3</b>
<b>9</b>	<b>RMV category_9</b>	<b>67,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>62,6</b>	<b>84</b>	<b>-4,6</b>	<b>62,3</b>	<b>188</b>	<b>-4,9</b>

## Bijlage 4 Maandoverzichten Rijkswegen 2013-2014

Tabel 9 Meetresultaten (Lden dBA) 2013, referentiepunt overdracht, gemeten geluidproductie en vergelijking GPR13 Rijkswegen

nr	Meetlocatie	Ndag	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	2013	refpt	ovdr	gpm13	±betr	gpr_nal13	verschil
58	A35_Almelo	100	-	-	-	-	-	-	-	-	71,7	71,9	72,9	72,8	72,4	40615	-0,6	71,8	1,1	66,3	5,5
60	A2_Beesd	180	-	-	-	-	-	-	65,6	65,6	66,8	68,2	68,2	68,5	68,5	32811	1,3	69,8	1,1	64,8	5
62	A2_Breukeln2	103	68,3	68,6	67,9	68,5	69,2	69,7	69,1	69,3	-	-	-	-	69	34204	-0,5	68,5	1,0	67,1	1,4
68	A6_Lelystad	57	-	-	-	-	-	-	-	-	69,2	70,8	71,1	70,6	70,6	18328	-2,2	68,4	1,2	65,4	3
70	A73_Cuijk	95	-	-	-	-	-	-	-	-	70,5	70,8	71,2	71,3	70,9	2211	-2,4	68,5	1,1	66,7	1,8
102	A27_Vianen	148	-	-	-	-	-	66	65,3	65,6	66	65,8	66	64,6	65,7	20950	0,6	66,3	2,0	69	-2,7
104	A12_Zoetm,	138	-	-	-	-	-	69,2	67,2	67,9	69,2	68,1	69	71,2	69,3	14399	1,8	71,1	2,1	71,1	0
106	A12_Zevenr	99	-	-	-	-	-	-	-	78,9	79,9	80,9	81,1	80,8	80,6	50347	-6,2	74,4	2,4	69,3	5,1
108	A58_Bavel	144	-	-	-	-	-	-	70,4	71,1	72,2	72,8	73,3	72,6	72,2	10392	-2,1	70,1	2,1	67,5	2,6
110	A1_Bathmen	155	-	-	-	-	-	-	66,9	67,3	68,7	69,8	70,7	69,8	69,2	48995	-2,2	67	2,1	64,8	2,2
112	A28_Nunspt,	105	-	-	-	-	-	-	-	-	78	78,3	78,5	77,8	78,1	19245	-6	72,1	2,3	67,2	4,9
114	A50_Ernt	155	-	-	-	-	-	-	64,6	65	65,9	66,7	67	66,3	66,1	47653	2,1	68,2	2,1	66,9	1,3
116	A32_Darp	148	-	-	-	-	-	-	71,1	71,3	72,5	73,6	74,1	73,2	72,7	47274	-4,7	68	2,2	64,5	3,5
120	A59_Wagenb,	142	-	-	-	-	-	-	67,4	69,7	70,9	71,6	71,2	71,2	70,3	22489	-0,9	69,4	2,0	66,7	2,7
122	A17_OudGastl	141	-	-	-	-	-	-	62,7	63,8	65,4	65,7	66,4	65,5	65,3	11000	0,3	65,6	2,0	66,4	-0,8
124	A35_Enschede	138	-	-	-	-	-	-	66,1	67,8	68,4	69,3	70,3	70	69,1	39995	2,5	71,6	2,1	65,6	6
126	A37_Klaznavn	141	-	-	-	-	-	-	67,5	67,6	67,7	67,7	68,2	67,1	67,7	41609	-4	63,7	2,2	62,4	1,3
128	A20_Maassluis	32	-	-	-	-	-	-	-	-	67,7	69,5	69	68,2	68,6	4051	2	70,6	2,2	68,6	2
130	A15_Sliedr	95	-	-	-	-	-	-	69,4	68,8	70,2	71,4	71	70,6	70,2	20601	-2,3	67,9	2,1	68,3	-0,4
132	A29_Heijningen	90	-	-	-	-	-	-	66,2	66,8	67,8	68,8	69,6	68,7	68,5	5565	-4,5	64	2,2	60,9	3,1
134	A16_Breda2	97	-	-	-	-	-	-	-	-	71	71,5	72	70,9	71,4	11230	1,1	72,5	2,1	67,7	4,8
152	A2_Breukeln1	305	72,9	72,8	72,5	72,7	72,9	72,7	72,2	72	72,7	73,1	73,1	72,8	72,7	34203	-4,2	68,5	1,3	67,2	1,3
156	A16_Breda1	304	78,7	79	77,9	77,9	78,9	78	77,7	77,4	78,7	79,3	-	-	78,4	11226	-6,2	72,2	1,6	70,5	1,7

Ovdr: overdrachtscorrectie meetpunt naar referentiepunt, ndag: aantal valide meetdagen, gpm13/14 gemeten geluidproductie 1013/2014, betr 95% betrouwbaarheidsinterval

Tabel 10 Meetresultaten (Lden dBA) 2014, referentiepunt, overdracht en gemeten geluidproductie Rijkswegen

Nr	plaats	2013	ndag	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	2014	refpt	ovdr	gpm14	±betr	2014-2013
58	A35_Almelo	72.4	295	73	72.3	70.6	70.3	70.3	67.8	67.8	68.9	68.4	69.7	69.6	70.9	70.2	40615	-0.6	69.6	1.0	-2.2
60	A2o_Beesd*	68.5	239	70.1	69.6	68.2	68.1	68.4	68.8	68.5	69.3	69.2	70.2	70.5	72.2	69.5	32811	1.3	70.8	1.1	1.0
62	A2_Breukelen2	69	258	68.1	68.6	68.1	68.3	68.5	-	68.4	68.3	68.1	69	69.2	70	68.7	34204	-0.5	68.2	1.0	-0.3
68	A6_Lelystad	70.6	254	70.4	69.2	68.6	69.1	69.4	68.7	68.8	68.8	67.6	68	65.3	64.6	68.4	18328	-2.2	66.2	1.3	-2.2
70	A73_Cuijk	70.9	274	-	70.2	68.5	68.4	68.6	68	68.1	68.8	67.8	68.8	68.6	69.3	68.5	2211	-2.4	66.1	1.2	-2.4
102	A27_Vianen	65.7		65	65.3	65.8	-	65.7	65.7	66	65	-	-	-	-	65.6	20950	0.6	66.2	2.0	-0.1
104	A12_Zoetermeer	69.3		70.8	70.9	69	68.3									69.9	14399	1.8	71.7	2.1	0.6
106	A12_ZevenaarNW	80.6		80.9	81	79.9	79.8	80.6	80.5	80.6	-	-	-	-	-	80.4	50347	-6.2	74.2	2.4	-0.2
108	A58_Bavel	72.2	115	72.6	73	71.9	71.6	72.9	72.6							72.4	10392	-2.1	70.3	2.1	0.2
110	A1_Bathmen	69.2	116	69.8	70	68.6	68.6									69.2	48995	-2.2	67	2.1	0.0
112	A28_Nunspeet	78.1	177	77.7	78	78	78	78.2	78.4	76.6	-	-	-	-	-	77.9	19245	-6	71.9	2.3	-0.2
114	A50_Erst	66.1	159	67.7	67	66.3	65.9	65.8	65.5	65.8	-	-	-	-	-	66.4	47653	2.1	68.5	2.1	0.3
116	A32_Darp	72.7	53	73.8	73	71.8	72.1									72.6	47274	-4.7	67.9	2.2	-0.1
120	A59_Wagenberg	70.3	200	71.9	72.6	71.3	71.1	71.2	70.1	69.9	70.3	70.5	-	-	-	71	22489	-0.9	70.1	2.0	0.7
122	A17_OudGastel	65.3	154	66	66.1	64.7	64.3	65.2	65.3	65.6	-	-	-	-	-	65.3	11000	0.3	65.6	2.0	0.0
124	A35_Enschede	69.1	50	69.3	70.2	68.2	68.1	-	-	-	-	-	-	-	-	68.9	39995	2.5	71.4	2.2	-0.2
126	A37_Klazienavn	67.7	100	68.8	-	67.8	67.8	68.7	67.1	67.1	-	-	-	-	-	67.9	41609	-4	63.9	2.2	0.2
128	A20_Maassluis	68.6	144	69	69.3	67.9	67.3	67.4	67.1	67.3	66.5	-	-	-	-	67.7	4051	2	69.7	2.1	-0.9
130	A15_Sliedrecht	70.2	127	71.8	71.5	69.5	69.5	69.6	69.2	69.6	-	-	-	-	-	70	20601	-2.3	67.7	2.1	-0.2
132	A29_Heijningen	68.5	173	68.9	68.5	67.3	66.9	67.5	67.6	67.8	-	-	-	-	-	67.8	5565	-4.5	63.3	2.2	-0.7
134	A16_Breda2	71.4	269	71.5	70.8	70.4	70.2	71.1	70.3	70.9	71.3	70.5	71.6	71.8	-	71	11230	1.1	72.1	2.0	-0.4
142	A59_Geffen	-	124	75.4	77.2	75.6	75.6	-	75.8	76.3	75.4	-	-	-	-	76	7814	-3.6	72.4	2.1	-
144	A2w_Beesd	-	258	-	72.5	71.5	71.1	71.1	70.8	70.6	71.3	71.4	71.9	72.4	73.3	71.7	32603	-2	69.7	2.0	-
148	A13_Overschie	-	176	-	-	74.5	74	74.6	74.9	74.8	75.4	-	74.6	74.8	75.4	74.7	3950	-5.6	69.1	2.2	-
150	A20n_Rdam	-	214	-	-	73.6	72.6	72.7	72.5	72.8	74	72.3	73.8	74.3	76.2	73.5	14094	-5.5	68	2.3	-
152	A2_Breukelen1	72.7	217	-	-	71.5	72.3	-	72.3	72.3	72.3	72.2	72.9	72.5	72.9	72.4	34203	-4.2	68.2	2.2	-0.3
156	A16_Breda1	78.4	76	-	79.5	78.3	78	-	-	-	-	-	-	79.4	80.4	79	11226	-6.2	72.8	2.4	0.6
202	A7_Benningbr	-	127	-	-	-	-	-	65	64.4	66	64.6	65.5	64.8	65.8	65.1	17206	-2	63.1	2.1	-
204	A15_Rdam	-	145	-	-	-	-	-	71.5	71.5	71.1	71.4	70.6	71.2	71.9	71.3	31859	-2	69.3	2.1	-
206	A28_Zwolle	-	184	-	-	-	-	-	70.5	70.1	70.5	70.7	71.2	71.8	72.8	71.2	59925	-4.1	67.1	2.2	-
208	A28_Pesse	-	162	-	-	-	-	-	74.2	73.8	74.4	73	75.2	73.7	74.9	74.2	42076	-5.5	68.7	2.3	-
210	A6_Emmeloord	-	150	-	-	-	-	-	66.1	66.3	67.4	66.9	68.2	68.5	69.6	67.6	52758	-0.5	67.1	2.0	-

Nr	plaats	2013	ndag	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	2014	refpt	ovdr	gpm14	±betr	2014-2013
212	A27_Hank	-	174	-	-	-	-	-	69.3	70.1	71.1	69.3	71	71.1	71.6	70.7	22357	-3.8	66.9	2.3	-
214	A29_Heijenoord	-	120	-	-	-	-	-	70.8	71.8	72.6	71.1	71.8	73.5	74.7	72.3	13090	-1	71.3	2.1	-
216	A58_Oirschot	-	172	-	-	-	-	-	74.6	75.4	76	74.9	75.9	75.7	75.8	75.5	1632	-5.4	70.1	2.3	-
218	A58_Oisterwijk	-	64	-	-	-	-	-	75.3	75.7	76.2	-	-	-	-	75.8	9517	-3.4	72.4	2.2	-
220	A15_Laren	-	169	-	-	-	-	-	71.6	71.6	71.7	72.3	73	72.4	72.7	72.3	35206	-5.8	66.5	2.4	-
222	A9_Velserbroek	-	117	-	-	-	-	-	70	69.7	71.1	69.3	70.4	71.2	71.9	70.5	3296	-1.8	68.7	2.1	-
224	A7_Midbeemst	-	85	-	-	-	-	-	69.4	68.1	70.4	69.4	69.7	-	-	69.4	16591	-2.9	66.5	2.1	-
226	A59_Nieuwkuijk	-	93	-	-	-	-	-	-	73.7	-	71.5	73.4	72.9	74.3	73.1	21683	-1.4	71.7	2.1	-
228	A15_Stroe	-	49	-	-	-	-	-	-	71.4	-	-	-	73.6	74.8	74.3	19415	-4.5	69.8	2.4	-
230	A50_Loenen	-	100	-	-	-	-	-	-	69.6	71.1	69.5	-	69.7	72.2	71	58730	-0.5	70.5	2.1	-
232	A18_Didam	-	164	-	-	-	-	-	-	73.9	73.9	74.8	75.1	75.5	76	75	50245	-3.8	71.2	2.2	-
234	A12_Ede	-	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74.6	74.9	76.2	75.1	33401	-4.8	70.3	2.3	-
238	A73_Venray	-	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.6	67.7	69.8	68.8	38588	-2.2	66.6	2.1	-
240	A67_Venlo	-	143	-	-	-	-	-	-	-	73.9	72.8	73.9	73.6	74.4	73.7	51015	-4.4	69.3	2.2	-
242	A12_harmln	-	87	-	-	-	-	-	-	-	-	64.6	66.3	64.3	65.3	65.2	30179	3.6	68.8	2.2	-

Ovdr: overdrachtscorrectie meetpunt naar referentiepunt, ndag: aantal valide meetdagen, gpm13/14 gemeten geluidproductie 1013/2014, betr 95% betrouwbaarheidinterval

## Bijlage 5 Maandoverzichten Spoorwegen 2013-2014

Tabel 11 Meetresultaten (Lden dBA), referentiepunt overdracht en gemeten geluidproductie 2013 en vergelijking GPR13 Spoorwegen

nr_new	locatie	ndagen	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	2013	±betr	refpt	ovdr	gpm13	gpr13	versch
11	Hulten	179	75,1	75,3	75,1	75,3	75,3	75,9	77,3	77,4	74,4	74,4	74	72,1	75,4	1,6	33060	-5,6	69,8	69,3	0,5
13	Zenderen	150	-	-	-	-	-	-	-	-	67,6	67,8	68,5	65,8	67,5	1,1	10670	-0,5	67,0	62,4	4,6
15	Geffen	173	70,1	70,4	70,3	71,5	71,2	71,5	71,5	71,3	72,3	71,4	70,8	70,7	71,1	1,7	15724	-6,9	64,2	63,9	0,3
21	Mookhoek	122	-	53	53,3	53,2	53,2	52,8	52,6	54,1	53,9	53,8	54,1	54,4	53,5	1,0	40684	-0,8	52,7	52,8	-0,1
23	Kampen	100	-	-	-	-	-	-	-	-	54,2	56,1	55,6	56,1	55,8	1,6	39949	2,4	58,2	56,7	1,5
25	Herveld	345	-	69	68,8	68,8	69,2	69,4	66,9	65,5	70,1	70,6	69,7	69,1	69	1,0	39213	-1,2	67,8	66,9	0,9
31	Esch	149	-	-	-	-	-	65,3	66,9	67,3	66,5	66,8	67,5	67,9	67,1	1,6	17550	-5,8	61,3	62,5	-1,2
101	Arnhem	107	-	-	-	-	-	-	-	64,8	66,3	66,5	66,2	66	66,2	2,1	14225	-1,7	64,5	62,8	1,7
103	Westervoort	190	-	-	-	-	-	-	64,5	63,7	69	67,6	66,1	65,4	66,4	2,3	13905	-5,1	61,3	61,3	0,0
105	Staphorst	183	-	-	-	-	-	-	68,3	68,8	68,9	68,9	68,9	67,5	68,6	2,3	6544	-5,7	62,9	62,3	0,6
107	deLutte	210	-	-	-	-	-	-	65,1	66,9	64,9	64,3	64,7	63,6	65,3	2,1	10937	-3,6	61,7	56,6	5,1
109	Lochem	180	-	-	-	-	-	-	58,9	60	59,7	59,5	58,5	57,7	59,3	2,2	11649	-4,6	54,7	50,5	4,2
111	Baambrugge	330	-	-	-	-	-	-	63,3	63,2	64	64,3	63,7	64,4	63,9	2,0	24648	-1,2	62,7	64,8	-2,1
113	Papekop	99	-	-	-	-	-	-	67,5	67,9	68,4	67,6	68	67,6	67,9	2,1	28444	-2,9	65,0	65	0,0
115	Heukelom	240	-	-	-	-	-	-	69,3	74,7	72,2	71,5	70,7	69,3	72,2	2,2	33755	-5,3	66,9	66,4	0,5
117	Brummen	210	-	-	-	-	-	-	-	67	68,3	67,6	67,4	68	67,7	2,4	12614	-7,2	60,5	58,9	1,6
119	Sliedrecht	210	-	-	-	-	-	-	-	70,2	73,4	73,6	72,4	71	72,5	2,2	37856	-6,0	66,5	66,3	0,2
121	Overberg	240	-	-	-	-	-	-	-	-	54,6	57	57	54,8	56,3	2,1	29612	-3,7	52,6	55,3	-2,7
123	Leersum	270	-	-	-	-	-	-	-	-	64,4	65,1	65,6	65,3	65,3	2,1	29106	-2,6	62,7	63,2	-0,5
125	Oostzaan	90	-	-	-	-	-	-	-	-	61,3	61,4	62,2	60,6	61,6	2,1	24491	-3,9	57,7	59,1	-1,4
127	Dordrecht	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,9	65,8	66,3	65,6	2,3	32000	-4,7	60,9	63	-2,1
129	Schalkwijk	270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68,8	67,9	67,2	68,1	2,2	30576	-4,1	64,0	64,8	-0,8
131	Haelen	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,8	71,4	69,5	70,7	2,5	19832	-9,2	61,5	60,9	0,6
133	Heeze	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,2	67,5	66,8	67,2	2,4	19340	-7,6	59,6	62,3	-2,7
135	Nijkerk	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65,6	65,6	64,2	65,3	2,1	7089	-2,1	63,2	60,2	3,0
137	Holten	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74,1	72,3	72,8	2,8	10035	-9,0	63,8	61,4	2,4

Ovdr: overdrachtscorrectie meetpunt naar referentiepunt, ndag: aantal valide meetdagen, gpm13/14 gemeten geluidproductie 1013/2014, betr 95%  
betrouwbaarheidinterval

Tabel 12 Meetresultaten (Lden dBA), referentiepunt overdracht en gemeten geluidproductie 2014 Spoorwegen

nr_new	locatie	2013	ndag	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	2014	±betr	refpt	ovdr	gpm14	2014-2013
11	Hulten	75,4	363	72,9	73,5	73,8	73,8	73,7	73,3	73,2	72,8	74,1	72,6	72,9	72,7	73,5	1,5	33060	-5,6	67,9	-1,9
13	Zenderen	67,5	353	62,4	62,1	61,9	61,2	61	61,6	66,6	66,9	68,7	68,7	69	68,7	66,2	1,1	10670	-0,5	65,7	-1,3
15	Geffen	71,1	357	71,4	70,2	70,8	70,3	71,9	71	70,9	71,1	71,4	72	71,7	71,7	71	1,8	15724	-6,9	64,1	-0,1
21	Mookhoek	53,5	122	50	55,2	55,8	55,2	54,9	55,2	-	-	-	-	-	-	55,2	1,1	40684	-0,8	54,4	1,7
23	kampen	55,8	246	56,9	55	56,3	57,6	-	-	-	59	58,2	56,3	57,8	54,7	56	1,5	39949	2,4	58,4	0,2
25	Herveld	69	345	70,3	70,3	70,3	69,7	70,1	68,9	70,2	70,1	69,9	69,7	69,3	69,2	69,9	1	39213	-1,2	68,7	0,9
31	Esch	67,1	318	68,1	67	67,8	66,3	66,3	66,8	67,4	66	66,9	67	67,4	67,3	67,1	1,6	17550	-5,8	61,3	0
103	Westervoort	66,4	167	65,7	65,3	64,8	66,5	66,8	66	66,1	-	-	-	-	-	65,6	2,3	13905	-5,1	60,5	-0,8
105	Staphorst	68,6	130	67	67,7	67,5	67,8	67,9	67,9	-	-	-	-	-	-	67,6	2,3	6544	-5,7	61,9	-1
107	deLutte	65,3	129	62,4	62,8	63,8	65,4	63,7	64,1	64,3	-	-	-	-	-	64	2,4	10937	-3,6	60,4	-1,3
109	Lochem	59,3	141	60,4	59,8	59,4	60	58,2	60,3	59,3	-	-	-	-	-	59,8	2,3	11649	-4,6	55,2	0,5
111	Baambrugge	63,9	206	64,5	63,7	63,6	64,5	63	61,8	62,2	63	63,9	64,4	63,7	-	63,6	2	24648	-1,2	62,4	-0,3
113	Papekop	67,9	163	67	66,6	67,8	67,8	66,7	67,4	68	-	-	-	-	-	67,4	2,1	28444	-2,9	64,5	-0,5
115	Heukelom	72,2	167	67,7	69,3	70	69,6	69,2	68,7	68,6	68,3	-	-	-	-	69,2	2,2	33755	-5,3	63,9	-3
117	Brummen	67,7	185	68,3	69,4	68,6	68,2	67,9	67,7	68,1	-	-	-	-	-	68,3	2,3	12614	-7,2	61,1	0,6
119	Slidrecht	72,5	152	72,5	73,2	74,1	73,9	73,3	72,2	73,4	-	-	-	-	-	73,3	2,2	37856	-6,0	67,3	0,8
121	Overberg	56,3	169	54	54,6	54,3	56,2	59,9	57,5	57,4	51,9	-	-	-	-	56,6	2,2	29612	-3,7	52,9	0,3
123	Leersum	65,3	329	64,7	64,5	64,9	65	63,7	63,9	63,5	63	63,5	64,4	64,6	63,7	64,2	2	29106	-2,6	61,6	-1,1
125	Oostzaan	61,6	117	61,6	61,3	62	62,5	61,2	60,4	-	-	-	-	-	-	61,6	2,1	24491	-3,9	57,7	0
127	Dordrecht	65,6	96	66,9	65,1	68	69,3	67,7	66,6	65,9	-	-	-	-	-	67,3	2,2	32000	-4,7	62,6	1,7
129	Schalkwijk	68,1	275	67,8	69,3	68,3	67,5	68	67,6	67,5	67,2	67,5	68	68,2	-	67,9	2,1	30576	-4,1	63,8	-0,2
131	Haalen	70,7	140	69,6	68,6	69,3	68,8	69,4	69,5	68,8	-	-	-	-	-	69,2	2,5	19832	-9,2	60,0	-1,5
133	Heeze	67,2	195	66,5	65	65,3	65,7	66,4	67,2	67	67,3	-	-	-	-	66,4	2,4	19340	-7,6	58,8	-0,8
135	Nijkerk	65,3	163	63,7	64,5	64,8	65	65,6	65,5	65,3	-	-	-	64,1	61,2	64,6	2,1	7089	-2,1	62,5	-0,7
137	Holtten	72,8	189	71,8	72,5	73,4	72,6	72,3	72,8	71,9	-	-	-	-	-	72,5	2,6	10035	-9,0	63,5	-0,3
201	Oosthuizen	-	160	-	-	-	-	-	60,1	61,7	61,8	61,7	61,3	62,1	61,9	61,6	2,1	24266	-3,4	58,2	-
203	Oudewater	-	177	-	-	-	-	-	70,3	69,6	70,3	71,6	71,1	70,6	70,8	70,7	2,3	28499	-6,2	64,5	-
205	Voorhout	-	133	-	-	-	-	-	66,6	65,7	65	66,2	66,4	66,9	66,7	66,2	2,3	25683	-5,8	60,4	-
207	Onna	-	169	-	-	-	-	-	64	63,9	64,1	64,4	64,1	65	64	64,3	2,4	3796	-6,7	57,6	-
209	EttenLeur	-	96	-	-	-	-	-	-	-	75,3	74,2	72,1	72,9	72,3	73,6	3	32643	-10,1	63,5	-
211	HoogSoeren	-	169	-	-	-	-	-	-	64,5	65,3	66,4	66	66,4	66,5	66	2,2	9371	-3,2	62,8	-
215	Bergentheim	-	142	-	-	-	-	-	-	59,7	60	59,2	61,1	59,6	60,2	60	2,2	42366	-3,6	56,4	-

nr_new	locatie	2013	ndag	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	2014	±betr	refpt	ovdr	gpm14	2014-2013
217	Raalte	-	154	-	-	-	-	-	-	59,3	59,2	59,4	60,5	59,5	58,9	59,6	2,3	44248	-6,2	53,4	-
219	Diepenveen	-	155	-	-	-	-	-	-	70	70	70,8	68,9	68,7	68,9	69,6	2,1	8223	-3,4	66,2	-
221	Geldermalsen	-	116	-	-	-	-	-	-	56,4	56,8	57,9	57,6	57	56,8	57,3	2,1	14986	-4,3	53,0	-
223	HvHolland	-	71	-	-	-	-	-	-	-	66,1	65,9	65,6	66,1	65,6	65,8	2,5	30139	-8,7	57,1	-
225	Didam	-	153	-	-	-	-	-	-	62	60	60,4	59,8	58,5	57	59,4	2,1	47083	-3,5	55,9	-
227	Deurne	-	134	-	-	-	-	-	-	-	71,9	74	73	73	71,7	72,9	2,3	18211	-6,1	66,8	-
229	Hazerswoude	-	19	-	-	-	-	-	-	-	65,4	65,1	-	-	-	65,4	2,2	41059	-1,8	63,6	-
231	Oirschot	-	138	70,7	-	-	-	-	-	-	71,1	72,2	71,8	71,8	70,7	71,6	2,2	17623	-6,3	65,3	-
233	Puttershoek_HSL	-	47	-	-	-	-	-	-	-	54	53	51,8	48,6	-	52,7	2,3	40588	5,0	57,7	-
235	Beilen	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	64,5	64,9	65,3	-	65	2,3	5877	-5,9	59,1	-
237	Apeldoorn	-	52	-	-	-	-	-	-	-	-	71	70,8	71	-	70,9	2,6	9500	-4,5	66,4	-
239	Almelo	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72,1	70,9	-	71,7	2,3	10592	-6,0	65,7	-
241	Tricht	-	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,4	69,7	68,5	68,9	2,3	30777	-4,4	64,5	-

Ovdr: overdrachtscorrectie meetpunt naar referentiepunt, ndag: aantal valide meetdagen, gpm13/14 gemeten geluidproductie 1013/2014, betr 95% betrouwbaarheidinterval







**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*